

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská
Katedra lesnických technologií a staveb



Výpočet přepočtového koeficientu mezi objemem klestu a dezintegrovaného materiálu u dřeviny dub

Diplomová práce

Autor: Bc. Růžena Suchánková
Vedoucí práce: doc. Ing. Jiří Dvořák, Ph.D.

2021

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Růžena Suchánková

Lesní inženýrství

Lesní inženýrství

Název práce

Výpočet přepočtového koeficientu mezi objemem klestu a dezintegrováného materiálu u dřeviny dub

Název anglicky

Calculation of the Conversion Coefficient between Pile Volume of Branches and Chipped Material in Oak

Cíle práce

Cílem práce je výpočet přepočtového koeficientu mezi objemem klestu na odvozním místě a dezintegrováným materiálem vyrobeným z tohoto klestu. Analýza a výpočet je prováděn pro dřevinu dub. Diplomantka se zaměří i na analýzu podílu klestu z dubu v závislosti na středním objemu těžného kmene.

Metodika

Úvod a rešerše bude obsahovat informace o zpracování a evidenci klestu, především technologie kumulace klestu; technologie zpracování klestu; postup kubírování klestu; postup kubírování dezintegrováného materiálu; postup evidence potěžečných zbytků.

Metodika diplomové práce bude navrhovat postup kubírování klestu na odvozním místě a postup kubírování dezintegrováného materiálu.

Výsledky práce budou obsahovat výstupy z kubírování klestu v hromadách a dezintegrováného materiálu z vybraných dubových porostů. Diplomantka vyhodnotí rozdíly mezi objemem klestu a objemem stejného materiálu zpracovaného na štěpku nebo drť. Z daných výsledků bude vyčíslen přepočtový koeficient. Výsledky budou zahrnovat i analýzu závislosti objemu dubového klestu v závislosti na objemu těžného kmene na vybraných lokalitách.

Citace z dalších literárních zdrojů budou prováděny v souladu s normou ČNS ISO 690:2011.

Diplomová práce bude vypracována v souladu s Pravidly pro zpracování bakalářských a diplomových prací na FLD.

Harmonogram:

červen – září 2020 – Příprava rešeršní části.

říjen – prosinec 2020 – Sběr dat z výrobně-evidenčních softwarů harvesterů a terénní měření. leden –

březen 2021 – Zpracování dat do výstupních sestav.

Doporučený rozsah práce

40 NS + 10 stran příloh

Klíčová slova

dubový klest, dezintegrováný materiál, kubírování dříví

Doporučené zdroje informací

Alexandr P., Roček I. Technika a technologie výroby lesních štěpek. Praha: Vysoká škola zemědělská, 1991, 132 s.

DVOŘÁK, J. – FRANC, J. – VALDMAN, S. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. LESNICKÁ A ENVIRONMENTÁLNÍ FAKULTA. *Cvičení z lesnické mechanizace*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2006. ISBN 80-213-1524-5.

Ilavský J., Laitila J., Tahvanainen T., Tuček J., Koreň M., Papaj V., Žiaková M., Bavlšík J. Štúdia o dostupných zdrojoch biomasy a ich efektívnom zabezpečení na výrobu energie vo Zvolenskej teplárenskej a.s.

Ilavský J. Technológia štiepkovania dreva. Bratislava: Príroda, 1983, 99 s.

RÓNAY, E. – DEJMAL, J. *Lesná ťažba*. BRATISLAVA: PRÍRODA, 1991.

Šimanov, V. Dříví jako energetická surovina. Praha: MZe ČR, 1993, 116.

SVAZ ZAMĚSTNAVATELŮ DŘEVOZPRACUJÍCÍHO PRŮMYSLU. *Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví v ČR 2008 : platnost od 1.1.2008*. Praha [i.e. Kostelec nad Černými lesy]: Lesnická práce, 2007. ISBN 978-80-87154-01-4.

Předběžný termín obhajoby

2020/21 LS – FLD

Vedoucí práce

doc. Ing. Jiří Dvořák, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra lesnických technologií a staveb

Elektronicky schváleno dne 25. 10. 2020

doc. Ing. Miroslav Hájek, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 5. 11. 2020

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 16. 04. 2021

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma:

„Výpočet přepočtového koeficientu mezi objemem klestu a dezintegrovaného materiálu u dřeviny dub“ vypracovala samostatně pod vedením doc. Ing. Jiřího Dvořáka, Ph.D. a použila jen prameny, které jsou uvedeny v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědoma, že zveřejněním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Městci Králové dne 20.03.2021

.....

Podpis autora

Poděkování

Chtěla bych jmenovitě poděkovat panu doc. Ing. Jiřímu Dvořákovi, Ph.D. za vedení při zpracování diplomové práce. Dále mé poděkování patří fořtovi Tomáši Peřinovi, zaměstnanci firmy Czerninské lesy Dymokury s.r.o., za možnost realizace praktické části diplomové práce. Také děkuji i své rodině a přátelům, kteří mi byli oporou.

Abstrakt

Cílem mojí práce bylo získat výpočtem přepočtový koeficient mezi objemem klestu, objemem dezintegrovaného materiálu a množstvím vytěženého dříví u dřeviny dub. Práce se nejprve zabývá technologiemi zpracování těžebních zbytků, dále způsoby měření objemu dříví a těžebních zbytků, základním rozdělením biomasy, obnovitelnými zdroji a ekonomickými aspekty dezintegrace těžebních zbytků u dřeviny dub, v závěru studie i odbytem vytvořeného dezintegrovaného materiálu a hodnocením ekonomické návratnosti související se zpracováním těžebních zbytků pro lesní podnik Czerninských lesů Dymokury s.r.o. v porovnání s uváděnými fakty z dostupné literatury uvedené v literární rešerši. Výsledkem práce jsou odhady převodní koeficienty, které mohou napomoci vlastníkům lesa stanovit objem štěpky z objemu těžby ($k_s=0,83$) a z objemu klestu ($k_d=0,62$).

Klíčová slova: dubový klest, dezintegrováný materiál, kubírování dříví

Abstract

The aim of my work is to obtain by calculation the conversion coefficients between the volume of decline, the volume of disintegrated material and the amount of harvested wood for oak. The work first deals with technologies of processing of logging residues, then methods of measuring the volume of timber and logging residues, basic distribution of biomass, renewable resources and economic aspects of disintegration of mining residues in oak, at the end of the study and sales of disintegrated material and evaluation of economic return related to the processing of logging residues for the forest enterprise Czerny's forests Dymokury s.r.o in comparison with the stated facts from the available literature mentioned in the literature search. The result of the work is the estimation of conversion coefficients that can help forest owners determine the volume of wood chips from the volume of fellings ($k_s=0,83$) or from the volume of pruning ($k_d=0,62$).

Key words: oak branches, disintegrated material, timber evidence

Obsah

| | |
|--|----|
| 1 ÚVOD..... | 9 |
| 2 CÍLE PRÁCE..... | 10 |
| 3 LITERÁRNÍ REŠERŠE | 11 |
| 3.1 Zpracování těžebních zbytků..... | 11 |
| 3.1.1 Moderní využití energie ze dřeva | 12 |
| 3.1.2 Lesní štěpky | 13 |
| 3.1.3 Situace s dřevní štěpkou v ČR..... | 17 |
| 3.1.4 Technologie odstranění a kumulace klestu..... | 18 |
| 3.1.5 Technologie při zpracování a využití klestu | 20 |
| 3.1.6 Technika na zpracování klestu..... | 23 |
| 3.2 Evidence těžebních zbytků | 28 |
| 3.2.1 Kubírování klestu..... | 28 |
| 3.2.2 Kubírování dezintegrovaného materiálu..... | 28 |
| 3.2.3 Příjmy a přejímky klestu a dezintegrovaného materiálu | 28 |
| 3.3 Ekologické aspekty dezintegrace těžebních zbytků..... | 29 |
| 4 METODIKA PRÁCE | 31 |
| 5 VÝSLEDKY | 36 |
| 5.1 Zájmová území | 36 |
| 5.2 Použitá technologie..... | 36 |
| 5.3 Časová analýza doby využití pro zpracování těžebních zbytků..... | 37 |
| 5.4 Objem těžby v mýtních porostech. | 39 |
| 5.5 Objem klestu z těžebních zbytků..... | 40 |
| 5.6 Objem dezintegrovaného materiálu. | 41 |
| 5.7 Přepočtový koeficient mezi těžbou dříví a klestem u dřeviny dub..... | 41 |
| 5.8 Přepočtový koeficient mezi klestem a dezintegrovanou hmotou u dřeviny dub. . | 42 |

| | |
|--|----|
| 5.9 Matematicko-statistická analýza..... | 43 |
| 6 DISKUSE..... | 45 |
| 7 ZÁVĚR..... | 48 |
| 8 POUŽITÉ ZDROJE..... | 50 |
| 9 PŘÍLOHY..... | 56 |

1 ÚVOD

Lesy vždy poskytovaly lidem dříví na otop, na stavby a další materiály organických i anorganických prvků. Počátkem minulého století byl význam dřevní biomasy z prořezávek a těžebního odpadu zastíněn produkcí průmyslově zpracovatelných výřezů, který je dnes hlavním zdrojem příjmů lesního hospodářství v ČR. Pro energetické účely lze využít téměř veškerou dřevní hmotu, která splňuje podmínky pro proces hoření. Klest a těžební zbytky jsou zdrojem lesní dendromasy, obsahující nevyužitou dřevní hmotu zabírající 15 % až 25 % celkového objemu stromu (Křížek 2015). V důsledku růstu spotřeby a cen energií se v poslední době věnuje stále větší pozornost využívání dřevní biomasy. Doposud z důvodů pracnosti a ekonomické nerentability nebyla dostatečně využívána. Biomasa je označován biologický materiál, živočišného nebo rostlinného původu. Tento materiál může být pěstován (energetické plodiny a dřeviny), nebo je využíván odpad z výroby (potravinářství, zemědělství, chov zvířat, zahradnictví a podobně). Biopalivo může mít mnoho různých využití. Tuhými biopalivy jsou například dřevní štěpka, peletky, brikety.

Využití rostlinné i živočišné biomasy jako zdroj při výrobě biopaliv je velice aktuální téma. Zpracování těžebních zbytků, které by se jinak nevyužily, může vést ke zvyšování ekonomiky lesního podniku. V neposlední řadě využívání paliv z biomasy směřuje ke snižování škodlivých vlivů na životní prostředí. Omezuje se produkce oxidu uhličitého a skleníkových plynů i dalších negativních jevů ovlivňujících prostředí kolem nás. Zvýšené používání biopaliv by mohlo vést k ustálení klimatu, oteplování a dalším antropogenním změnám. Energie vytvořená z biomasy je využívána zejména k vytápění budov, může být přetvořena na elektrickou energii nebo slouží pro ohřev vody. Vstupem České republiky do Evropské unie se stát zavazuje k plnění mnoha požadavků, co se týče energetiky. Také se zavazuje využitím obnovitelných zdrojů pro výrobu energií (Stupavský 2010). Předmětem této práce jsou výpočty objemu biomasy z těžebních zbytků po mýtní těžbě dřeviny dubu a také její využití jako biopaliva.

2 CÍLE PRÁCE

Cílem mé diplomové práce je výpočet přepočtového koeficientu mezi objemem klestu na odvozním místě a dezintegrováním materiálem vyrobeným z tohoto klestu. Analýza a výpočet je prováděn pro dřevinu dub se zaměřením i na analýzu podílu klestu z dubu v závislosti na středním objemu těžného kmene v jednotlivých mýtních porostech v lokalitě Polabské nížiny. Lesního podniku Černínských lesů Dymokury s.r.o. Následně zjištění možnosti odbytu vyrobeného dezintegrování materiálu v regionu a případně dalším dílčím cílem je zjištění odbytu dřevní štěpky pro lesní podnik.

Snahou studie je napomoci zhodnocení těžebních zbytků z mýtní těžby, při zpracování této nedostatečně doceněné biomasy, a zjištění ekonomického přínosu pro lesní podnik. V této práci stanovím množství možného získatelného dezintegrování materiálu z porostů dřeviny dub po zpracování těžebních zbytků za pomoci přepočtových koeficientů. Přepočtové koeficienty stanovím poměrovými výpočty mezi měřeními v jednotlivých porostech. Koeficienty mají spojitost mezi množstvím objemu vytěženého dříví z mýtní těžby, objemem klestu po těžbě a množstvím vyrobené štěpky z těžebních zbytků.

3 LITERÁRNÍ REŠERŠE

3.1 Zpracování těžebních zbytků

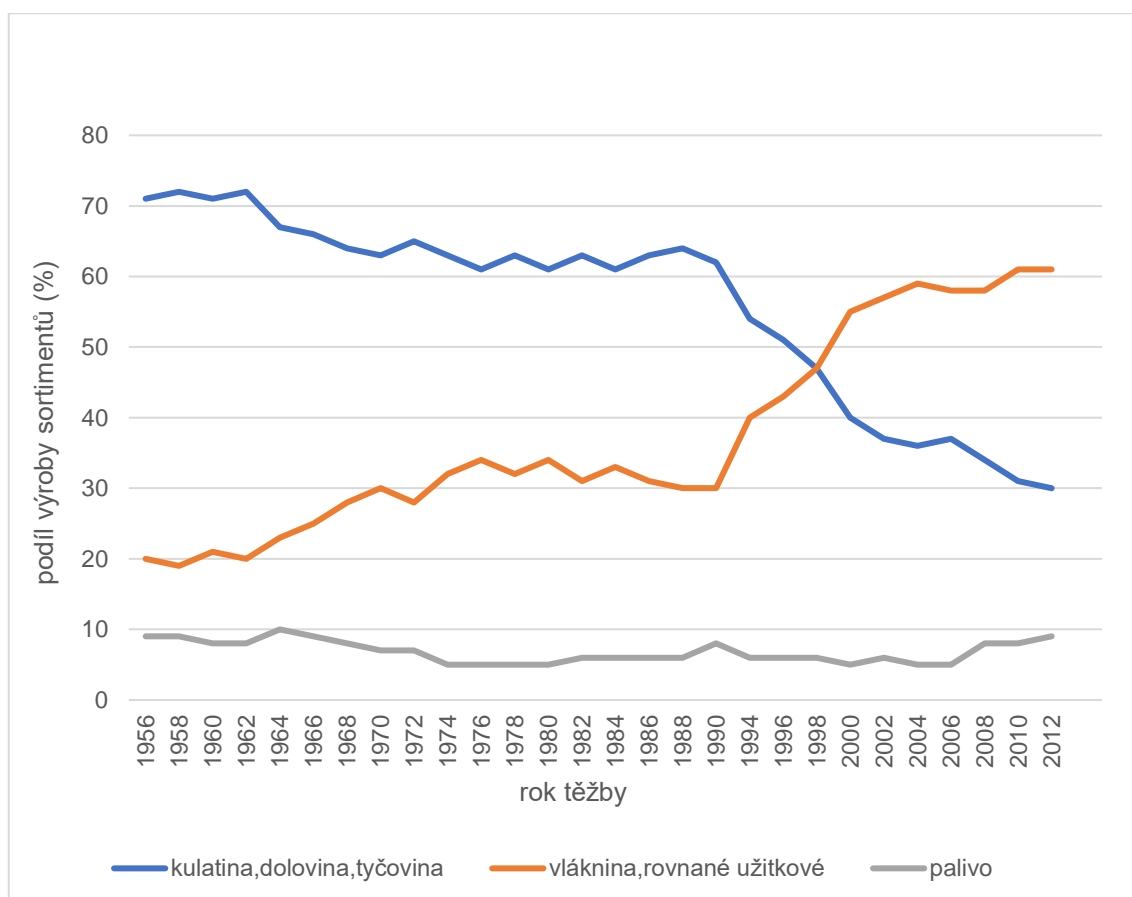
Klestí se dříve po těžbě pálilo na hromadách. Nyní existuje dokonce dotační titul Ministerstva zemědělství České republiky na likvidaci klestu dezintegrací před obnovou lesa s rozptýlením štěpky v lesním porostu (Stupavský 2010). Zvýšení využívání biomasy pro energetické účely vyžaduje značné investice do nových strojů a zařízení pro výrobu biomasy a její přepravu ke spotřebitelům. Investoři a podnikatelé v celém výrobním řetězci potřebují jistotu, že zdroje biomasy budou dlouhodobě k dispozici v dostatečném objemu a že podmínky pro podnikání budou dlouhodobě stabilní. Je proto velmi důležité, aby stát vytvořil tyto podmínky pro podnikatelský sektor tím, že přijme jasnou a dlouhodobou státní politiku na podporu vyššího využívání biomasy pro energetické účely (Halaj 2015). Koncepce státní lesnické politiky do roku 2035 má dlouhodobý cíl s ohledem na probíhající klimatickou změnu zvyšovat biodiverzitu a ekologickou stabilitu lesních ekosystémů při zachování produkční funkce. Chce podporovat ponechávání přiměřeného podílu tlejícího dřeva, těžebních zbytků a habitatových stromů v lese. Cílem těchto opatření je motivovat vlastníky lesů k ponechávání v lese přiměřeného podílu tlejícího dřeva, těžebních zbytků, které jsou nositeli biologické rozmanitosti a zlepšení stavu lesních ekosystémů. Monitorovat využívání lesních těžebních zbytků a jeho dopad na stav lesního ekosystému. Dále podporovat používání dřeva jako obnovitelné suroviny. Cílem opatření je podporovat dosažení co nejvyššího stupně používání dřeva jako obnovitelné suroviny za účelem rozvoje bio ekonomiky. Rozvinout podporu energetického využití štěpky a vlákninových sortimentů. Úprava legislativy v energetice za účelem řešení přebytku dřeva v průběhu kalamitní situace a jejích následků, podporu dendromasy využívané pro energetické účely hmoty hroubí na úroveň hmoty nehloubí za účelem využití kalamitního dříví z ČR a dříví z výchovných zásahů, podpořit využívání kvalitou vhodné dřevní hmoty jakostních tříd V a VI pro energetické účely.

Tabulka 1. Podíl štěpky na hrubé výrobě elektřiny (Šafařík 2012).

| Rok | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| v GWh | 272,948 | 222,497 | 272,724 | 427,531 | 603,047 | 650,060 | 641,839 |
| v % | 0,33 | 0,27 | 0,32 | 0,48 | 0,72 | 0,79 | 0,75 |

3.1.1 Moderní využití energie ze dřeva

Nejvíce probírané využití energie ze dříví je v souvislosti s dřevní štěpkou a dřevěnými peletami. Jedná se o efektivní využití přirozeně vznikajících odpadů a zbytků při těžbě a štěpkování a posléze při zpracování na pilách peletováním. Dříví je vůbec prvním materiálem, který člověk začal používat, a i dnes zůstává nejvyužívanější. V současné době spotřebuje na celé planetě každý člověk asi 1 kg dříví denně. Vývoj dodávek dominantního jehličnatého dříví v České republice se během let měnil. Zatímco použití dřevní hmoty jako paliva je z dlouhodobého pohledu stabilní, využití kulatiny klesá na úkor uplatnění dříví jako vlákninového sortimentu. Zaměříme-li se na oblast palivové lesní hmoty, její využití stoupá od roku 2006 na hodnoty podobné využívání dříví jako paliva v 60. letech minulého století – viz graf 1 (Stupavský 2021).



Graf 1: Vývoj objemů dříví podle sortimentů (Stupavský 2010).

Vláda České republiky přijala koncepci státní energetické politiky s výhledem do roku 2035. Součástí je i rozvoj obnovitelných energetických zdrojů, jejichž využití bude významným regionálním a lokálním přínosem. Jde zde zejména o uplatnění biomasy. Cílem je zvýšení podílu obnovitelných zdrojů na celkové spotřebě primárních energetických zdrojů z dnešních 1,5 % na 3 % až 6 % do roku 2010 a 4 % až 8 % do roku 2020. Tento energetický potenciál tedy nemůžeme označit za zanedbatelný. Otázkou je jeho praktické využití. V každém případě je rozumné těžební zbytky nějak odstranit, neboť uklizený les je vhodný nejen z hlediska lesního hospodaření, ale i jako součást našeho životního prostředí. Uvedená likvidace štěpky je zřejmě náročná na ruční práci, případně i energii (Hutla 2000). Oproti tomu se v literatuře uvádí ponechávání těžebních zbytků v porostu.

3.1.2 Lesní štěpky

Lesní štěpky jsou různorodou surovinou, která obsahuje komponenty dříví, kůry, jehličí a listové zeleně, také drobné větvičky a nedřevěné příměsi. Tato skladba je a bude u jednotlivých druhů dodávek různá. Uvažme rozdělení produkované dendromasy v procentech, které jsou uvedeny v tabulce 2.

Tabulka 2. Vyprodukovaná dendromasa v procentech z objemu stromu (Hutla, Sladký 2000).

| Stromová partie | Podíl stromové partie na jehličnaté dřevině (%) | Podíl stromové partie na listnaté dřevině (%) |
|-----------------|---|---|
| vršek | 15-20 | 5 |
| větve | 10-15 | 10-15 |
| kmen | 60-65 | 60-65 |
| pařez | 10-15 | 5-10 |
| kořeny | 5-10 | 10-20 |

Měrná hmotnost vyprodukované štěpky je důležitým faktorem pro teplárenský průmysl. Závisí na ní energetické využití dříví, používané dnes jako biopalivo. Od výhřevnosti materiálu, která je udávána měrnou hmotností dezintegrované hmoty a v neposlední řadě i poměrnou procentuální vlhkostí z objemu, se odvíjí tržní cena za dodávaný artikl. Nejčastěji dodáváno v tunách dezintegrovaného materiálu. Objemové hmotnosti různých dřevin jsou uvedeny v tabulce 3.

Tabulka 3. Objemová hmotnost štěpky v kg/m³ (Hutla 2000).

| Druh dřeviny | Objemová hmotnost (kg/m ³) | Druh dřeviny | Objemová hmotnost (kg/m ³) | Druh dřeviny | Objemová hmotnost (kg/m ³) |
|--------------|--|--------------|--|--------------|--|
| smrk | 258 | habr | 450 | lípa | 312 |
| jedle | 246 | jilm | 384 | topol | 246 |
| borovice | 306 | jasan | 402 | vrba | 520 |
| modřín | 330 | javor | 360 | osika | 270 |
| dub | 408 | olše | 294 | líska | 336 |
| buk | 408 | bříza | 384 | akát | 360 |

Pozn.: Objemová hmotnost štěpky je brána v syrovém stavu s obsahem vody 50 % z objemu hmoty. Při převaze těžby jehličnanů a průměrné objemové hmotnosti 270 kg/m³ docházíme k množství štěpky asi 1,2 milion tun ročně. Výhřevnost štěpky silně závisí na jejím druhu, ale také především na její poměrové vlhkosti z celkového objemu hmoty (Hutla 2000).

Rychlejšímu rozvoji využívání biopaliv brání řada příčin ekonomického, technického, finančního a legislativního charakteru a také absence hlubší informovanosti na všech stupních řízení státu (včetně obcí). Ekonomické příčiny, respektive náklady, přitom tvoří jednu z hlavních bariér využívání těžebních zbytků (Sladký 2003). Lesní štěpky jsou dezintegrovaným dřívím z klestu, prořezávkového materiálu, celých stromů, neodvětvených vrcholových částí stromů, tlustších listnatých větví i odřezků vznikajících při drahování dříví. Dodávat se mohou v metrech krychlových, prostorových metrech i na váhu (Simanov 2004).



Obrázek 1. Dřevní štěpka (Pikist 2020).

Štěpka vzniká jako odpad při zpracování dříví či cíleným drcením dřevních částí. Řadí se k tuhé biomase, která slouží k výrobě tepla, nebo kompostu. Na obrázku 1 je vyobrazena dřevní štěpka, je to štěpené kusové dříví pro lepší skladování, s menším obsahem vody než kusové dříví a po spálení je méně popelu. Je velká 2,5 až 5 cm. Někdy se lisuje do pelet či briket pro lepší zpracovatelnost. Používá se na vytápění hlavně v domácnostech s výkonnými kotli a ve větších budovách. Cenově patří mezi nejlevnější způsoby vytápění. Štěpky se rozdělují do třech druhů:

- Bílá štěpka (obr. 1) je z odkorněného dříví, obvykle vyrobená z odřezků při pilařské výrobě. Využívá se na výrobu celulózy, dřevotřískových a dřevovláknitých desek.
- Hnědá štěpka se vyrábí z pilařských odřezků a zbytkových částí kmenů. Obsah kůry do 30 % z objemu hmoty.
- Zelená (lesní) štěpka se získává z těžebních zbytků. Vyrábí se často přímo v lese po těžbě. Součástí jsou drobné větve a asimilační orgány.

Lesní štěpka je biomasa, která je podle původu vzniku řazena do dendromasy (dřevní biomasa) a podle energetického využití se řadí do biomasy vhodné pro spalování a zplyňování. Složky z této skupiny lze využít buď prostým spálením v kotlích vyrábějící páru, nebo teplou vodu, také dokonalejším způsobem zplyňováním (Benda 2012). Podíl asimilačních orgánů a kůry je do 55 % objemu hmoty lesní štěpky (Wantulok 2008). V ČR se vyčísľují dodávky dříví v metrech krychlových bez kůry, proto se vypočítává se tento údaj vynásobením převodním koeficientem 0,4. Platí jen pro volně sypanou štěpku, neboť během převozu se štěpka setřese o 1,8 % až 5,6 % objemu hmoty, tím se údaje o množství mohou výrazně zkreslit (Simanov 1993). Dřevní štěpka je strojově krácená a nadrcená dřevní hmota na částice o délce od 2,5 mm do 50 mm. Je získávána z odpadů lesní těžby a průmyslového zpracování dřeva nebo rychle rostoucích dřevin. Jedná se o velmi levné biopalivo určené pro vytápění větších budov. Bezprostředně po těžbě se objemová hmotnost štěpky pohybuje okolo 300 kg/m³. Obsah vody po přirozeném dosoušení zpravidla klesá na 30 % vody z celkového objemu, objemové hmotnosti s pohybuje kolem 250 kg/m³. Výhřevnost je vysoce závislá na obsahu vody, o její hodnotě můžeme uvažovat v rozmezí mezi 8 až 12 MJ/kg (Stupavský 2010).

- ❖ Třídění štěpek. Lesní štěpky jsou v kvalitě pro průmyslové využití, nebo jsou v kvalitě energetické štěpky. Proto bývá potřebné třídění štěpek na různé frakce.

Nejjednodušší, prostorově nenáročné a energeticky úsporné je třídění na vibračních sítích jsou obvykle stacionární. Mobilní provedení se využívá v případech, kdy se drtiči zpracovává materiál s velkou příměsí zeminy, například pařezy.

Obvyklé rozpětí dřevních štěpek je podle ON 480095:

- délka ve směru vláken 5 až 50 mm
- šířka 5 až 30 mm
- tloušťka 5 až 15 mm

- ❖ Skladování štěpek. Lesní štěpka se poměrně rychle rozkládá za činnosti živých parenchymatických buněk, chemickým oxidčováním, hydrolýzou celulósových komponentů v kyselém prostředí a biologickou aktivitou bakterií a hub, čímž dochází ke ztrátě objemu a zvyšování vlhkosti uložených štěpek. Současne při tomto procesu vzrůstá vnitřní teplota skladovaných štěpek na 50-70 °C. Při délce skladování 7-8 měsíců může výraznou mineralizací dojít k celkovému úbytku objemu až o 20 % hmoty. Jedná se tedy spíše o kompostování dané skladované hmoty a nikoliv o uskladnění. Proto se dlouhodobé skladování lesní štěpky považuje za nevhodné. Pro energetické využití se doporučuje spotřeba štěpky do 15 dní od její výroby, maximálně do jednoho měsíce. Při ostatních způsobech zpracování je doporučena lhůta zpracování do 3 měsíců (Simanov 2004).
- ❖ Skladování a manipulace se štěpkou. Pro skladování dřevní štěpky potřebujeme díky její nízké objemové hmotnosti prostornější sklady, velkoobjemová sila nebo haly. V případě instalace kotle na štěpku v rodinném domě je potřeba počítat s odpovídajícími prostorami například ve sklepě pro minimálně 50 m³ štěpky. Ve skladu musí být především zaručeno nezbytné provětrávání. Palivová štěpka má vyšší obsah vody, je náchylná k plesnivění a zapařování, což by mohlo v uzavřených místnostech vést k riziku samovznícení. Dostatečné provětrávání skladu nám zajistí i dosoušení štěpky během skladování.

Uskladnění přímo ve vytápěných obytných budovách bez účinného provětrávání skladu se nedoporučuje, v některých zemích je přímo zakázáno. Při skladování většího objemu dřevní štěpky je potřeba například dimenzovat vstup do skladu pro dopravní a manipulační techniku. Vlastní příkládání dřevní štěpky je nejčastěji řešeno

šnekovým dopravníkem, popřípadě pomocnými hrably z blízkého skladu paliva. V případě vytápění většího objektu je menší objem štěrky do kotle dopravován šnekovým dopravníkem z meziskladu, který je dle aktuální potřeby doplňován větším pásovým dopravníkem nebo kolovým manipulátorem z centrálního skladu štěrky (Stupavský 2021).

3.1.3 Situace s dřevní štěpkou v ČR

Cena těžební zbytků v čase pochopitelně rostla, od záporných zhodnocení klestu, kdy se za odstranění klestu se platilo až po dnešní stav směřující k profitu vlastníků lesů. Uvedeno v tabulce 4. Z dřívějšího odpadu se stala dobře obchodovatelná komodita, určená především jako palivo pro teplárny. Pro vlastníky lesů se celkově převrátila ekonomika zákonné povinnosti likvidace klestu – z původního nákladu na likvidaci, který činil 70 Kč/m³ je nyní dosahováno tržeb 30 Kč/m³ z plometru vytěženého dříví. Tím došlo k rozvoji celého odvětví. Těžební zbytky se začínají stávat komoditou. V některých případech dotace narušily dosavadní cenovou vyváženost mezi technologickým a energetickým použitím dříví. Energetické využívání dříví nepřináší ohrožení lesů, spíše naopak. Zpracování těžebních zbytků zlepšuje čistotu lesa a tržby za dosud obchodně nerealizovatelné sortimenty (nízké kvality) výrazně zlepšují hospodářskou situaci vlastníků lesů (Stupavský 2021).

Tabulka 4. Vývoj cen těžebních zbytků (Stupavský 2021).

| Rok | Popis obchodního vztahu | Cena klestu z pohledu vlastníka (Kč/m ³) |
|-----------|--|--|
| 2007 | Vlastník lesa platí zpracovateli za úklid klestu | -40 až -50 |
| 2007-2009 | Zpracovatel štěrky uklízí klest zdarma, hmota zdarma | 0 |
| 2010-2011 | Úklid klestu zdarma samozřejmostí, za hmotu se platí | 10 |
| 2011-2012 | velká poptávka po klestu, výběrová řízení a aukce na klest u LČR, cena hmoty na maximum | 30 až 40 |
| 2013-2014 | snížení státní podpory zastavuje růst cen klestu, současně rostou nároky vlastníků lesa na kvalitu úklidu, | 10 až 20 |

Každý rok se u nás vyprodukuje téměř 1 900 000 tun lesní (energetické) štěpky. Přitom je ročně spaleno cca 1 800 000 tun dřevní biomasy včetně odpadu z papírenského průmyslu, kterého je kolem 220 000 tun. Znamená to tedy, že zůstává nevyužito 200 000 až 300 000 tun těžebních zbytků. Výraznější poptávka po lesní biomase (těžebních zbytcích) byla zaznamenána od roku 2009. Přitom od roku 2005 se trh postupně stabilizoval a začal fungovat. Historicky se těžební zbytky likvidovaly na pasece snášením klestu na hromady nebo i pálením. V současnosti je jedním z trendů využití těžebních zbytků je energetické využití dříví či dřevní hmoty. V mnoha případech jde o hmotu, kterou dříve využíval jen málokdo. Potenciál pro získání této hmoty není jenom v lese, ale i při údržbě krajiny, jako například při prořezávání okrajů polí či kácení stromů v okolí silnic. Zdrojem dřevní hmoty v lese může být probírka, dále také zbytkový materiál po budování cest či prostorů pro pastvu. Ze dvou tisíc hektarů lesních porostů je tak možné vytěžit každým rokem deset až dvacet tisíc krychlových metrů štěpky. V posledních letech se ceny štěpky a dříví pro energetické využití zvýšily, takže se její produkce vyplatí. Probírku a čištění lesa od podrostu si provádí buď jeho vlastník, anebo podnik služeb. Ten pak bývá vybaven profesionální technikou. Naproti tomu, pokud výkonné technické zázemí chybí, znamená to zvýšení pracnosti při nízké výkonnosti a současně i negativní působení na lesní porost nadměrným počtem přejezdů (Beneš 2016).

3.1.4 Technologie odstranění a kumulace klestu

Dříve bývalo běžné pálení klestu, které mělo jednu výhodu, a to likvidaci chorob a škůdců, kteří v těžebních zbytcích zůstali. Od pálení se však s ohledem na emise a riziko požáru ustoupilo a nastoupily moderní technologie. Začaly se používat správné a k prostředí šetrnější způsoby likvidace klestu. Naše lesy jsou tvořeny převážně smrkovými monokulturami, které v posledních desetiletích významně devastuje lýkožrout smrkový. Těžba dřeva se tak mnohdy odvíjí nikoliv od plánů vycházejících ze stáří porostů a plánované obměny, ale určuje ji kůrovec. Těžba je v současné době prováděna několika způsoby, z nichž každý má své výhody a nevýhody a stejně tak je možné se různým způsobem vypořádat s klestem (Beneš 2016). Kůra stromů ihned po pokácení dosahuje vlhkosti i přes 65 % vody z objemu. Proto je čerstvě pokácené dříví nevhodné pro okamžité energetické využití.

Vlhkost musí být snížena, aby bylo dříví přijatelně výhřevné. Vyplývá z této volba technologie výroby paliva. Jsou zcela nevhodné kontinuální těžební postupy. Kdy na kácení

navazuje soustředování, odvětvování i zpracování těžebního odpadu štěpkovači nebo drtiči. Využití těžebního odpadu vyžaduje dělený technologický proces se zařazením časového úseku, kdy v porostu volně ložené dříví na vzduchu prosychá dřívě, než je zpracováno a využito jako palivo. Doba potřebná na snížení relativní vlhkosti vnitřní transpirací závisí na roční době a počasí, obvykle se pohybuje kolem třech měsíců (Simanov 2004).

- ❖ Svoz klestu z lesa. Jako dobré řešení se jeví svoz klestu z lesa a jeho následné zpracování. Klest je objemný materiál a špatně se s ním manipuluje. Jeho převážení na klasických vyvážecích soupravách není snadnou záležitostí, protože se převáží jen malé hmotnostní objemy. Zajímavým řešením je použití lisů, které zmenší objemovou hmotnost klestu, materiál svážou a vytvoří otepi, které pak v lese mohou doschnout. Než jsou dezintegrovány. Aby mohly projít procesem spalování v elektrárnách či spalovnách (Beneš 2016).
- ❖ Vytváření hromad. Vytváření hromad probíhá manuálně nebo mechanizovaně. Hromady lze v porostu nechat k dalšímu zpracování. Při vytváření hromad se manipuluje za pomoci shrnovačů klestu na traktoru, SLKT, nebo UKT, nebo s využitím hydraulického ramena s drapákem na klest. Skládání klestu do hromad by nemělo poškozovat obnovu a zmlazení.
- ❖ Odvoz klestu na odvozní místo. Nejčastěji se odváží klest vyvážecím traktorem, vyvážecími soupravami na ložném prostoru s hydraulicky sklopnými bočnicemi, které umožňují kompresi klestu, nebo také s klanicemi na ložném prostoru. Na odvozním místě jsou těžební zbytky hromaděny do valů a ty jsou zpracovávány k energetickým účelům.
- ❖ Svazkování. Pro zpracování klestu je využíván většinou vyvážecí traktor s adaptérem, který svazkuje těžební zbytky. Klest je sesbírán hydraulickou rukou z plochy a vkládán do stroje na vytvoření svazků, kde je zpracováván do balíků o hmotnosti 300 kg až 550 kg. Hmotnost závisí na dřevině a její vlhkosti. Svazkování využíváme pro efektivnější využití místa při manipulaci s klestem. Zpracování svazků probíhá na konečném skladišti či rovnou v teplárně (Wantulok 2011).

3.1.5 Technologie při zpracování a využití klestu

Klest je souhrnné označení korunových částí stromů o maximální tloušťce 7 cm – nehroubí a větvi včetně asimilačních orgánů (jehličí, listí a šišky). Nehroubí větvi a stromových vršků tvoří díl o hodnotě 0,14 ze základu hroubí kmene s kůrou (Havlíčková 2010). Tato klest může být získávána oklestem, to znamená vyvětčováním stojících živých stromů, nebo odvětčováním pokácených stromů a ořezem. Klest zůstává zpravidla na místě těžby a po jeho rozpadu se živiny z něj vrací do koloběhu živin. Současně však představuje objemově významný zdroj lesní dendromasy. Odhaduje se, že na každý plnometr vytěženého hroubí připadá 0,15 m³ klestu, včetně stromové zeleně. Z hlediska možnosti zpracování se klest dělí podle tloušťky na větvovinu, tím rozumíme zdřevnatělé části větví s kůrou, ale bez asimilačních orgánů, a chvojovinu, to jsou části větví do tloušťky 8 mm, které jsou zdřevnatělé s asimilačními orgány. Je uváděno, že 20 % těžebních zbytků je ponecháváno v porostu k zetlení. Zbytek těžebních zbytků je možno dále využít. V tomto případě záleží na pouze na finanční náročnosti dalšího využití těžebních zbytků. Která se odvíjí od zvolené technologie zpracování dříví k dalšímu využití. Důležitým faktorem z ekonomického hlediska je i dopravní vzdálenost do místa zpracování. Takto vynaložené náklady se mohou promítnout do ceny těžebních zbytků na odvozním místě (Nikl 2008).

Z hlediska využití se klest dělí do skupin

- Klest technická, která se používá v zahradnictví k ochraně rostlin před mrazem. Možné je však do této skupiny zařadit i klest určený k technologickému využití po jeho štěpkování.
- Klest ozdobná, jejíž spotřeba neklesá ani v moderní době. Využívaná je například ve floristice a zahradnictví.
- Klest krmná, která je využívána v myslivosti jako část krmiva pro zvěř. Ta je známa pod pojmem letnina.
- Klest palivová, která je zdrojem tepelné energie. Klasický způsob zpracování na otýpky nemá šanci na rozvoj, využití se bude ubírat cestou štěpkování (Simanov 2004).

Zpracování těžebních zbytků.

- ❖ **Pálení**, které zůstává nejstarším způsobem likvidace klestu na ploše. Oheň zakládáme v dostatečné vzdálenosti od porostní stěny a od obnovy. Podmínkou je nahlášení pálení klestu hasičům. Pálení by mělo být pod dohledem zodpovědné osoby. Nejvhodnějším obdobím je podzim až jaro. V letních měsících se z důvodu vysoké pravděpodobnosti požáru nedoporučuje. Nevýhodou je ztráta možnosti obohatit půdu živinami z biomasy. Výhodou je rychlost likvidace a nízké náklady (Wantulok 2001).
- ❖ **Zpracování klestu na lesní štěpky**. Lesní dřevní štěpky jsou dezintegrovaným dřívím z klestu, prořezávkového materiálu, celých stromů, neodvětvených vrcholových částí stromů, tlustších listnatých větví i odřezků kmenového dříví vznikajících při druhování dříví. Dnes jsou lesní štěpky převážně používány pro energetické využití. V první řadě jako palivo pro teplárny.

Jejich parametry a členění jsou obsaženy v ON 48 0095 Lesní štěpky.

Vzhledem ke složení vstupního materiálu určeného ke štěpkování, obsahuje lesní štěpka mimo dřevní frakce i podíl kůry, asimilačních orgánů, plodů a mechanických nečistot. Podíly těchto komponentů v lesní štěpce kolísají v závislosti na druhu těžby, ročním období a dalších faktorech. Experimenty bylo zjištěno, že optimální relativní vlhkost dřevních štěpek pro spalování je 30 - 35 % vody z objemu hmoty. Jsou-li štěpky příliš suché, má proces hoření explozivní charakter a velká část tepelné energie uniká prostřednictvím horkých kouřových plynů do atmosféry. Naopak při vlhkosti štěpek 50 - 60 % vody z celkového objemu, je spalování obtížné a účinnost topeniště klesá. Z toho vyplývají významné závěry pro volbu technologií výroby paliva z těžebního odpadu, prořezávkového materiálu a tenkých stromů z prvních probírek. Pro energetické využití těžebního odpadu jsou zcela nevhodné kontinuální těžební postupy, kdy na kácení stromů navazuje soustředování a odvětvení dříví i zpracování odpadu sekačkami. Spojit výrobu paliva z těžebního odpadu s kontinuálními těžebně-dopravními postupy znamená spokojit se s nízkou efektivní výhřevností dřeva, nebo následně řešit složité skladování štěpek s jejich před-sušením (Soušek 2019).

Přínosy technologií štěpkování a drcení dříví.

- Zvýšení produktivity práce. Štěpkováním se získává významná časová úspora oproti odstraňování těžebních zbytků hromaděním a pálením a také se zvyšuje i bezpečnost práce a snižuje se její namáhavost.
- Zvýšení míry využití dendromasy, výrobou biopaliva, nebo organického hnojiva.
- Zlepšení pěstební péče o les. Štěpkováním těžebního odpadu se likvidují přírodní ohniska škodlivého hmyzu. V době kalamitních stavů lesů, které jsou vzniklé bioticky či abioticky je štěpkování z pěstebního hlediska více než žádoucí. Odstraněním usychajících hromad těžebního odpadu se omezuje v neposlední řadě riziko požárů. Také se snižuje závislost na dovozu energií.

Další možností je štěpkování lesní hmoty přímo na místě (po těžbě) nebo v jeho blízkosti, zpravidla na odvozním místě s využitím štěpkovačů s manuálním či mechanizovaným nakládáním. Vytvořená štěpka se poté musí nechat proschnout a po dosažení vlhkosti pod 20 % vody z celkového objemu hmoty. Může být použita pro průmyslové zpracování, jako topivo či pro parkové úpravy. Jinou možností je využití frézy pro likvidaci klestu, která jej rozdrtil a částečně zapraví do půdy. Toto řešení přináší do půdy část organické hmoty, která z pohledu šíření chorob a škůdců však není ideální a také z klestu není využita žádná energie, přičemž fréza na traktoru jí hodně odebere. Na druhé straně je to organizačně jednoduchý způsob, klest se nikam nepřeváží, nejsou třeba žádné technologické linky pro jeho zpracování, nejsou zvýšené náklady pro lesní podnik související s jeho likvidací, také v praxi je toto řešení často využíváno. K těžbě stromů o menším průměru či keřů lze využívat stříhací hlavici, jejímž zdrojem energie je například pásové rypadlo. Čisté řezné plochy umožňují nové zmlazení stromů. Za týden lze takto sklídit 800 až 1200 m³ štěpky. Slabé a pružné mladé kmeny neposkytují při řezání řetězovou pilou žádný odpor, tudíž není pro ně nasazení vhodné. Sklízí se pomocí štípání. Ale i u klestu, tedy hmoty v podobě těžebních zbytků, má velký význam jejich správné uložení na ložnou plochu odvozního prostředku, kterým bývá vyvážecí traktor. Vhodné naložení rozhoduje o efektivitě dopravy materiálu. Výsledkem zpracování je hmota pro využití při kompostování, anebo je možné klest na místě rozdrtit pomocí lesní frézy agregované s traktorem. Materiál je pak do určité míry promísen s půdou, pro niž je zdrojem organické hmoty. Výkonné samojízdné drtiče pak mohou sloužit i pro drcení mohutných pařezů, umožňuje následné využití pozemku k výsadbě nového porostu (Beneš 2016).

3.1.6 Technika na zpracování klestu

Pro sběr, kumulaci klestu a odvoz dezintegrovaného materiálu jsou používány specializované stroje k dopravě dendromasy. Z lokality pařez na odvozní místo se dendromasa dopravuje formou volně loženého klestu, balíkováného klestu nebo štěpky (drti). Volně ložený klest může být dopravován na odvozní místo vyvážecími traktory (Obrázek 2), nebo vyvážecími soupravami. Jelikož se hustota těžebních zbytků pohybuje v rozmezí 80–150 kg/ m³, jsou z hlediska lepšího využití využívány prostředky s variabilní ložnou plochou.



Obrázek 2. Vyvážecí traktor Valmet 840.3 (Fischer TDP s.r.o. 2020).

K zvýšení objemu vyváženého klestu jsou vyráběny

- lisovací přívěsy za traktor (LIKL 14, Havu-Huka), které zajišťují kompresi klestu a některé jsou schopny naložený klest vyklopit (Allan Bruks). Balíkováný klest se může vyvážet z paseky vyvážecími traktory stejně jako klasická kulatina.

Na zpracování klestu se používají stroje pro dezintegraci dříví. Nejobvyklejším způsobem dezintegrace nestandardního dříví je štěpkování. Jeho princip spočívá v sekání dříví podávaného podél své osy proti sekacímu noži a protinoži. Z konstrukčních řešení sekaček jsou podstatné tři typy:

Štěpkovače (sekačky): bubnové, diskové a šnekové (spirálové).

- Bubnový štěpkovač.

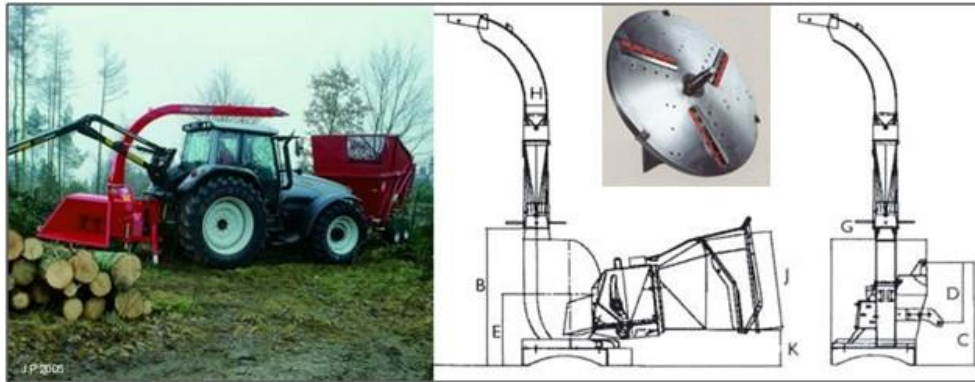
Nože jsou uloženy na obvodu rotujícího válce. Mívají podávací pás a podávací válce pro dopravu suroviny kolmo k ose rotoru s břity (obrázek 3). Nemá limitování velikostí vstupního otvoru nebo množstvím břitů po obvodu válce. Není vhodný pro štěpkování větších rozměrů vstupního materiálu pro menší sekací agregát. Musí mít pomocný podavač již dezintegrovaného materiálu (Příhoda 2007).



Obrázek 3. Bubnový štěpkovač – (Agrocar 2020)

- Diskový štěpkovač

Je nejrozšířenější k výrobě štěpky. Při štěpkování je materiál vkládán rovnoběžně s osou rotujícího disku, který zde zastává funkci setrvačnicku. Na čele disku štěpkovače jsou našroubovány nože, výhodou této konstrukce je setrvačný moment, který umožňuje využít méně výkonnou pohonnou jednotku. Předností je i vybavení samotného disku lopatkami, mající velký ventilační a vrhací účinek, zabezpečující dopravu štěpky až do kontejneru (obrázek 4). Nevýhodou je umístění nožů v závislosti na vzdálenosti ke středu se snižuje rezná rychlost a výsledkem je různá velikost štěpky (Příhoda 2007).



Obrázek 4. Diskový štěpkovač Linddana 270 K (CZ Biom 2010).

- Šroubový štěpkovač

Má jednoúčelové menší sekačky pro sekání slabých rozměrů. Sekací ústrojí má tvar ostrého kuželovitého šroubu, který zaručuje posun materiálu a souběžně obvodovým ostřím dochází ke krácení (Obrázek 5). Materiál se musí vždy rovnoměrně skládat. Je vhodný pro nízkoprodukční výrobu štěpky (Příhoda 2007).



Obrázek 5. Šroubový štěpkovač (Bystroň integrace s.r.o.2020).

Podávání materiálu do sekaček bývá u malých typů zpravidla ruční, u větších typů pak hydraulickou rukou.

Štěpkovače rozdělujeme z hlediska mobility:

- nesené na třibodovém závěsu hydrauliky traktoru,
- tažené traktorem, na terénních podvozcích, na automobilových podvozcích (případně přívěsích a návěsích)

- stacionární (Simanov 2004).

Nejčastějším způsobem dezintegrace dříví je štěpkování. Základní rozdělení štěpkovačů pro výrobu dezintegrované hmoty z těžebních zbytků po těžbě je uvedeno v následující tabulce (Dvořák a kol. 2006):

| Příkon (kW) | Pohon | Podvozek | Podávání materiálu | Sekací agregát |
|----------------|------------------------------|-------------|--------------------|----------------|
| malé do 40 | s vlastním motorem | stacionární | ruční | šroubový |
| střední 40-110 | s vývodovou hřídelí traktoru | mobilní | mechanické | diskový |
| velké nad 110 | | | | bubnový |

Štěpkovače mohou mít různá příslušenství, například fukar nebo různá síta, a to podle toho jakou štěpku je třeba produkovat. Pro spalování není vhodná příliš hrubá štěpka, která se může vzpříčit v dopravních cestách a není ani žádoucí nadměrný podíl jemného materiálu či přítomnost cizích částic (Beneš 2020).

Drtiče na dezintegrovaní těžební hmoty v lesním hospodářství jsou používány tam, kde není vhodné použít štěpkování. Drtiče jsou vhodné k zpracování pařezů, znečištěných těžebních zbytků, křovin a rekultivačních zbytků. Jejich výhodou je odolnost při zpracování této dendromasy, která je ovlivněna masivností řezného ústrojí oproti štěpkovacím strojům, a při zpracování výše uvedené hmoty dochází k častému poškozování drobných ostrých nožů, vedoucí k časté výměně a tím následně snížené produktivitě práce se zvýšenými náklady na výrobu dezintegrovaného materiálu (Příhoda 2007).

Drtiče se rozdělují podle počtu otáček na nízko-otáčkové jednoválcové nebo dvojeválcové, dále vysokootáčkové bubnové. Vstup materiálu do nízko – otáčkových drtičů je vkládáním do násypky, která je umístěna nad válci a dopadá gravitačně přímo na válce, na rozdíl od vysokootáčkových drtičů, ve kterých je materiál pokládán na podávací pás a přítlačným válcem je posouván k rotoru drtiče (Kára 2004).

Pracovní principy drtičů.

- Kladivový drtič je charakterizován jedním či více rotory s pevně či otočně uloženými tlouky nebo kladivy (Obrázek 6), kde je rozvláknování (rozměňování) vkládané hmoty docíleno přitlačením hmoty pohyblivou deskou na čelní stranu

rozměrného setrvačnicku proti tvrzeným zubům umístěným ve spirále (Simanov 2004).



Obrázek 6. Kladívkový drtič pro výrobu paliva z biomasy (Výroba paliv z biomasy 2020).

K vyvážení štěrky po dezintegraci z těžebních zbytků jsou používány:

- štěpkovací vyvážecí traktory nebo kontejnerové vyvážecí traktory. Z odvozního místa se odváží štěrka (drt').
- velkoobjemových návěsích nebo kontejnerech (Obrázek 7). U velkoobjemových kamionů bývá systém pohyblivé podlahy takzvaný walkingfloor (Křížek 2015).



Obrázek 7. Scania R124 (Fischer TDP s.r.o.2020)

K dopravě štěrky od štěpkovače do ložné plochy odvozního prostředku se stále více využívají pásové dopravníky. Doprava pomocí ventilátoru znamená ještě další rozdrčení materiálu, které již může být nežádoucí. Dopravník je také méně energeticky náročný a

má vyšší kapacitu dopravy. Traktor s návěsem a štěpkovač mohou stát v jedné řadě za sebou, což podmínkám lesních cest lépe vyhovuje. Při odvozu štěpky na vzdálenost nad 25 kilometrů je výhodnější využívat nákladní automobily agregované s velkoobjemovými návěsy s pohyblivým dnem. Další variantou zpracování hmoty je nakládka těžebních zbytků či rozřezaných pařezů do drtiče biomasy (Beneš 2016).

3.2 Evidence těžebních zbytků

3.2.1 Kubírování klestu

Klest kubírujeme měřením v prostorových mírách, kde se zjišťuje délka, šířka a výška jednotlivých hromad. Podobným způsobem jako se měří hraně dříví, avšak zohledňujeme objem geometrických těles, které nejvíce odpovídají tvaru hromady klestu. Tyto rozměry se zjišťují s přesností na 0,01 m. Měří se nejkratší vzdálenost dvou krajních bodů. Šířky a délky hromady, měřeno u paty hromady klestu. U měření výšky se hromada při větší délce či nepravidelnostech rozdělí do sekcí jako u kubírování hromad dříví (Wojnar a kol. 2007). Výsledek objemu je v prostorových metrech

3.2.2 Kubírování dezintegrovaného materiálu

U štěpek se vychází ze sypného (prostorového) objemu v prostorových metrech sypných, ale používá se i evidence v jednotkách hmotnosti, tunách. Protože je v ČR zvykem vyčíslovat dodávky dříví v prostorových metrech nebo plnometrech bez kůry, vypočítává se u štěpek tento evidenční údaj z naměřeného prostorového objemu štěpek s kůrou vynásobenou převodním číslem 0,40 (Simamov 2004).

3.2.3 Příjmy a přejímky klestu a dezintegrovaného materiálu

Předmětem základního příjmu je vzájemné předání a převzetí vykonaných prací, konkrétně vyrobeného klestu a pracoviště. Práce základního příjmu jsou ukončeny oboustranným odsouhlasením skutečného (fyzického) stavu a vystavením odpovídající dokumentace (faktura a jiné). Příjem odběratelem je druh příjmu, který můžeme označit jako přejímku zboží, konkrétně v lesnictví se bude kromě dříví jednat i o ostatní lesnické produkty jako lesní štěpka, kůra, vánoční stromky, ozdobná klest apod. Přejímka se realizuje na základě kupní nebo prodejní smlouvy viz příloha 3, sepsané mezi dodavatelem a odběratelem (Bílek 2014). Přejímku dezintegrovaného materiálu je možno realizovat i zjištěním hmotnosti v čerstvém stavu (lutro – metoda). Kdy se váží každá dodávka. Zjišťuje se jako

rozdíl hrubé hmotnosti zjištěné po příjezdu do závodu (hmotnost vozidla + náklad) a hmotnosti vozidla po vyložení (Wojnar a kol. 2007).

Ve smlouvě s odběratelem je potřebné mít tyto nezbytné body:

- záhlaví – obě smluvní strany (organizace, identifikační číslo, adresa, bankovní spojení, kontaktní adresu, pověřenou osobu);
- předmět smlouvy – zboží, se kterým budeme obchodovat, např. dříví (dřevina, množství, kvalita, rozměry, způsob opracování a ošetření, vlhkostní stav);
- způsob a forma dodání – termínová listina, lokalita dodání, označení zboží, způsob převzetí zboží, pověřené osoby, skryté závady;
- platební podmínky – cena zboží, forma platby, platební termín, reklamace, penalizace, vrácení platby;
- ostatní – právní nabytí platnosti smlouvy, doba platnosti smlouvy, ukončení smlouvy, přílohy;
- zápatí – termín a místo sepsání smlouvy, razítka a podpisy zodpovědných osob.

Smlouva je základním právním podkladem obchodních aktivit obou stran a je nástrojem předání a převzetí zboží v odpovídajícím množství a požadované kvalitě. Musí být sestavena přesně, srozumitelně a jednoznačně. Není pak následně problémem řešení nesrovnalostí při příjmu (Bílek 2014).

3.3 Ekologické aspekty dezintegrace těžebních zbytků.

Odběr biomasy pro energetické využití musí probíhat tak, aby se zachovávala ochrana přírody a trvalá udržitelnost hospodaření v lesích. Stanovují se podmínky odběru lesní biomasy, které hodnotí dopady související s biologickou rozmanitostí lesa, koloběh živin a v neposlední řadě i rizika dopadající na půdu (Macků 2009). Odstranění klestu, případně i pařezů z těžební plochy usnadňuje z technického hlediska zalesňování a usnadňuje i následnou ochranu kultur. Biologické přínosy lze spatřovat v tom, že sazenice nejsou mechanicky poškozovány klestem, nejsou pod klestem napadány plísněmi, škodlivý hmyz nemá podmínky pro invazi a jsou nižší škody myšovitými hlodavci nemajícími úkryt v klestu. Les je přístupnější. Míněno jak pro veškeré lesnické činnosti, tak i pro veřejnost (Simanov 2004).

Při využití těžebních zbytků se vliv na životní prostředí liší podle použité technologie, při probírce a těžbě v mladých porostech má pozitivní environmentální vliv ve zlepšení kvality stávajícího lesa ovšem s technologií, aby nedošlo k poškození ekosystému. Především degradaci půdy zle ponecháním dostatečných živin na stanovišti. Živiny v porostu jsou rozloženy v poměru 1:2:4 (dřevo včetně kůry, větví, listů a jehličí), pokud se v porostu zanechá dostatečné množství listů a větví nemusí k degradaci půdy dojít (Stupavský 2009). Jedním z rizik odvozu lesních těžebních zbytků z lesa je pokles obsahu uhlíku v půdě, ke kterému v dlouhodobějším horizontu může dojít. Přestože v porostu po těžbě zůstává opad asimilačních orgánů, který probíhá při odvozu těžebních zbytků, nebo ponechání části nezpracovaných těžebních zbytků v lese, které jsou důležitým prvkem zajišťující přísun organické hmoty do půdy a zmírňují dopady odvozu těžebních zbytků z lesa (Giuntoli 2015). Při využití odvozu vzniklého popela vzniklého spalováním lesních těžebních zbytků zpět do lesa, by se mohly doplnit některé makroprvky včetně uhlíku. Avšak takovýmto způsobem nedojde k dodávce dusíku, který již v popelu není přítomen. Podle studií při hnojení popelem nejsou příznivé účinky prokázány (Jong 2014). Dále také odvoz těžebních zbytků z lesa zvyšuje riziko povrchových erozí, ale díky rychlejšímu prohřátí půdy může mít naopak pozitivní vliv na růst kořenů následných dřevin. Důležitou složkou je ovšem obsah půdní vody v dané lokalitě (Devine 2007).

Zmiňují, že v porostech s odstraněnými těžebními zbytky je výrazná druhová redukce rozmanitosti ptáků, která může korelovat s oslabením populací bezobratlých živočichů, převážně hmyzu. V listnatém lese ponechání části dříví, jako životního prostředí pro živočichy žijící v mrtvém dřevě, má význam. Je tedy vhodné zvážit míru odvozu těžebních zbytků z lesa u listnatých těžeb (Tujomasjukka 2014).

4 METODIKA PRÁCE

Cíl práce je získání vstupních dat měřením množství těžebních zbytků a měření objemu následné dezintegrace na štěpku, která je odvážena odběrateli po dřevině dub. Projekt je realizován v Polabské nížině v lesích Czernin Dymokury s.r.o. na více lokalitách.

Těžba je prováděna těžební metodou sortimentní, těžbou mýtní úmyslnou. V daném úseku těžby proběhne kubírování vytěženého dříví dřeviny dub, měření objemu sebraných těžebních zbytků vyklizených do hromad, následné zjištění množství objemu vyrobené štěpky měřením před odvozem k odběrateli. **Kubírování vytěženého dříví** bylo realizováno při samotné těžbě těžbařem, kdy dle doporučených pravidel (Wojnar a kol.) byl zaznamenán do číselníku (příloha 2) průměr výřezu a jeho délka vše měřeno v kůře s následným zjištěním objemu podle objemových tabulek podle ČSN 48009 Tabulky objemu kulatiny bez kůry podle středové tloušťky měřené v kůře. Následně jsem provedla hromadné kontrolní měření dříví z hraní v prostorových mírách, změřila jsem délku, šířku a výšku jednotlivých hraní vyvezených z měřených porostů. Uvedené rozměry jsem zjišťovala s přesností na 0,01 m. Hraně dříví jsem měřila po metrových sekcích pro výpočet výšky hraně podle vzorce (1):

$$H = \frac{(h_1 + h_2 + \dots + h_n) + h'}{n \cdot d + d'} \quad (1)$$

kde:

| | |
|----------------|-------------------|
| H | výška hraně (m), |
| h_1, h_n, h' | výška sekcí (m), |
| d, d' | délka sekce (m), |
| n | počet sekcí (ks). |

Objem hraně dříví v prostorových metrech je vypočten podle vzorce (2):

$$V = l \cdot h \cdot \check{s} \quad (2)$$

kde:

| | |
|-------------|--------------------------|
| V | objem hraně dříví (prm), |
| l | délka hraně (m), |
| h | výška hraně (m), |
| \check{s} | šířka hraně (m). |

Pro srovnání s evidovaným dřívím zaznamenaným v číselnících jsem použila převodní koeficient pro určení objemu měřeného dříví bez kůry v plnometrech, který se zaokrouhluje na 0,01 m³. U dřeviny dub je tento koeficient 0,57 podle ČSN 480056.

Měření objemu sebraných těžebních zbytků jsem prováděla kombinací měření v prostorových mírách svinovacím pásmem v decimetrech. Zaznamenala jsem objem každé nakládky klestu vyvážecího traktoru na jeho ložné ploše, který činil při zaplnění celé ložné plochy 20 prostorových metrů klestu, při částečném zaplnění jsem použila odečet z objemu změřením nezaplňené ložné plochy. Objem ložné plochy vyvážecího traktoru jsem počítala dle podle vzorce (2) v prostorových metrech.

Kontrolní měření jsem provedla přeměřením hromady klestu v porostu připravenou ke štěpkování. Výšku hromady klestu jsem měřila v jednotlivých sekcích po 1 metru nivelační latí a vypočítala jako aritmetický průměr z jednotlivých měření výšky v polovině délky každé sekce, jestliže hromada měla tvar odpovídající kvádru použila jsem vzorec pro objem kvádru v případě tvaru nepravidelného jehlanu jsem použila nejvyšší naměřenou výšku hromady. Délku a šířku hromady klestu jsem měřila svinovacím pásmem, zaznamenaním délek stran obvodu hromady klestu. Objem hromad klestu odpovídající tvaru kosého jehlanu jsem určila podle vzorce (3):

$$V = \frac{1}{3} P \cdot v \quad (3)$$

kde:

- V objem hromady klestu (pm),
- P základová plocha hromady klestu (m²),
- v výška hromady ve středu (m).

U měřeného dříví bude zjišťován objem a průměr středního kmene. Klasickou metodou průměrkování a měření délek s následným zjištěním celkové zásoby V z těžby dříví v plnometrech bez kůry z daného porostu, která se vydělí celkovým počtem vytěžených stromů N . Z téhož porostu dostaneme objem středního kmene V podle vzorce (4):

$$V = \frac{V}{N} \quad (4)$$

Měření dezintegrovaného materiálu probíhalo na odvozním místě, měřením vnitřního objemu ložné plochy kontejneru, který byl plněn štěpkovaným materiálem z těžebních

zbytků. Měření probíhalo po naplnění kontejneru svinovacím pásmem v cm. Objem dezintegrovaneho materiálu v prostorových metrech sypaných jsem spočítala podle vzorce (2).

Hlavními ukazateli pro mou práci jsou v konkrétním porostu zjištěné objemy vytěženého dříví v plnometrech bez kůry, těžebních zbytků v prostorových metrech a dezintegrovaneho materiálu v prostorových metrech sypaných, budou vstupními daty k určení poměrového koeficientu mezi množstvím dříví, množstvím těžebních zbytků a množstvím vyrobené štěpky při porovnání průměru středního kmene měřeného porostu.

Zjištění ekonomické rentability odvozu štěpky pro lesní podnik a následné ekonomické zhodnocení a odbytu štěpky odběratele.

Pro tuto práci jsem využila výstupní základní data z Lesního hospodářského plánu. Vlastní měření jsem realizovala u soukromého vlastnictví Czerninských lesů Dymokury s.r.o. V porostech mytních zastoupených dřevinou dub.

DATA – PŘEVZATÉ ÚDAJE Z LHP Czerninské lesy Dymokury, Kód LHC – 104 702, Platnost 2016–2025. Vypracoval Lesoprojekt Stará Boleslav, s.r.o., Šachorova 1328, 25001 Brandýs nad Labem – Stará Boleslav, IČO 25065602

| | |
|--------------------------------------|------------|
| Porostní půda | 1535,14 ha |
| Rozčleňovací průseky širší než 4 m | 0,05 ha |
| Nezpevněné lesní cesty širší než 4 m | 0,17 ha |
| Lesní skládka | 2,98 ha |
| Další bezlesí | 0,94 ha |
| Zpevněné lesní cesty | 8,5 ha |
| Drobné vodní plochy | 1,5 ha |
| Další jiné pozemky | 2,31 ha |

LHC Czerninské lesy Dymokury patří do působnosti těchto orgánů státní správy lesů:

Ministerstvo zemědělství, Krajský úřad Středočeského kraje, Město Nymburk ORP, Město Poděbrady ORP.

Zhodnocení přírodních poměrů:

Lesy LHC Czerninské lesy Dymokury leží v přírodní lesní oblasti č. 17 – Polabí, podoblast 17 b – česká tabule a Pražská plošina.

Geologické poměry:

Horninotvorné podloží předmětných lesů je tvořeno horninami mezozoika – zpevněnými sedimenty – vápnitým jílovcem, slínovcem, vápnitým prachovcem a silicifikovaným vápnitým jílovcem.

Hydrografie:

Území se nachází v hydrologickém prostředí 1-04-05 – Mrlina a Labe od Mrliny po Výrovku.

Klimatický okrsek T2:

| | |
|--|----------|
| Počet letních dní | 50-60 |
| Počet dní s průměrnou teplotou 10°a více | 160-170 |
| Počet dní s mrazem | 100-110 |
| Počet ledových dní | 30-40 |
| Průměrná lednová teplota (°C) | -2 až -3 |
| Průměrná červencová teplota (°C) | 18-19 |
| Průměrný počet dní se srážkami 1 mm a více | 90-100 |
| Suma srážek ve vegetačním období (mm) | 350-400 |

Hospodářské cíle vlastníka lesa:

Zachování lesa jako trvalého obnovitelného přírodního zdroje. Uplatnění principu trvale udržitelného hospodaření. Zvyšovat kvalitu porostů včasnými výchovnými zásahy. Udržet čistotu lesa, která je zárukou zdravého stavu lesa.

| | |
|--|--------|
| Maximální výše těžby celkové (m ³) | 213000 |
| Dub bonita | 24,92 |
| Zásoba dříví (m ³ b.k.) | 305895 |

Plocha porostů (ha) 1115,7

Plošné zastoupení dřeviny dub (%) 72,77

Plošné zastoupení dřevin a věkové skupiny dřevin jsou v příloze 1, mapy zaujatých území jsou umístěny v příloze 4.

5 VÝSLEDKY

5.1 Zájmová území

Území, na kterém probíhalo vlastní měření leží v přírodní lesní oblasti číslo 17 - Polabí, podoblast 17 b – česká tabule a Pražská plošina viz příloha 4.

Porostní plochy:

404M17/13, 421B17/15, 428B17/15, 402D17/11, 412B17/15, 428D17a/11a,
403A17/11, 405F12a, 416B15a, 416B16, 416J14, 416H12, 416H14, 416H15,
439C17/12.

Celkem 15 ploch o výměře 0,24 ha až 1,46 ha. O souhrnné ploše 11,36 ha. V letech 2019 a 2021 viz příloha 4.

5.2 Použitá technologie

Mýtní porosty v dané lokalitě jsou těženy motorovou pilou. Nejprve jsou vytěženy necílové dřeviny habr, buk, jasan, lípa a jiné náletové dřeviny. Dřevo je prodáváno samovýrobcům, kteří je v porostu zpracují do metrových výřezů a vyvezou i s těžebními zbytky. Zastoupení vmísených dřevin je v porostu do 30 % celkového objemu dřevin. Následná těžba je mýtní. Měření vytěženého dříví probíhá v lokalitě na pařezu průměrkováním středové tloušťky a měřením jmenovité délky. Podle Doporučených pravidel pro měření a třídění dříví v ČR 2008 (Wojnar a kol. 2007). Sortimenty dříví jsou následně vyvezeny na odvozní místo vyvážecím traktorem Rottne F 10.

Před manipulací dříví z porostu jsem zaznamenala naměřené parametry výřezů. Pochůzkou v porostu sečetla pařezy po mýtní těžbě dřeviny dub, pro určení objemu středního kmene. Po odvozu dříví z porostu byl klest z porostu zpracován firmou Fischer TPD s.r.o. Vyvážecím traktorem Valmet 840.3 (obrázek 2). Vybavený hydraulickou rukou s kleštěmi, a ložnou plochou s klanicemi, která pojmula 20 prostorových metrů klestu, který byl určen k následné dezintegraci. Při nakládání klestu operátorem vyvážecím traktorem jsem evidovala objem vyváženého materiálu na hromadu. Po dokončení práce v každém porostu jsem hromadu klestu kontrolně přeměřila. Měření jsem prováděla nivelační čtyřmetrovou latí a svinovacím pásmem, podle Doporučených pravidel pro měření a třídění dříví v ČR 2008 (Wojnar a kol. 2007). Štěpkování realizovala taktéž firma Fischer s.r.o., a to bubnovým štěpkovačem Chippertruck JENZ HEM 583 R (obrázek 8).



Obrázek 8. Chippertruck JENZ HEM 583 R (Fischer s.r.o.2020).

Odvoz štěpky byl realizován nákladním automobilem Scania R124 (obrázek 7) s velkoobjemovým kontejnerem s posuvkou, který pojmul 90 prms, při plném naplnění kontejneru nákladního automobilu. Před odjezdem nákladního automobilu s dezintegrováním materiálem jsem měřila objem vyrobené štěpky. Všechny související operace měření byly prováděny podle Doporučených pravidel pro měření a třídění dříví v ČR 2008 (Wojnar a kol. 2007).

Vstupní data jsou z 15 porostů mýtního věku, na kterých jsem potřebná měření realizovala téměř dva roky.

5.3 Časová analýza doby využité pro zpracování těžebních zbytků

Nelze opomenout z časového hlediska měření objemu vytěženého dříví z porostu, které jsem měřila pro kontrolu získaných údajů z číselníků jednotlivých těžeb, kde jsem přeměřila hraně výřezů kulatiny a dříví v sortimentech náležející k jednotlivým porostům. Pro určení objemu středního kmene je zaznamenán čas, který jsem věnovala pochůzce pro sečtení celkových počtů kusů vytěžených jedinců dubu na lokalitě z daného porostu. Měřila jsem dobu potřebnou pro odstranění klestu po mýtní těžbě z porostu včetně nakupení do hromad a čas potřebný pro následnou dezintegraci těžebních zbytků. Všechna

měření času jsem prováděla stopkami na mobilním telefonu. U vyvážení klestu jsem měřila čas potřebný pro naložení klestu a vyvezení pro každou nakládku vyvázečím trakto-rem na hromadu na odvozním místě u jednotlivých porostů i s potřebnými pojezdy v daném porostu. U štěpkování jsem zvolila interval měření času od započetí dezintegračních prací po zaplnění kontejneru štěpkou, pro zjištění celkového času potřebného pro dezintegraci vyvezeného klestu, měření jsem prováděla na manipulačním prostoru před odvozem k odběrateli. Popisovaná jednotlivá měření pracovních operací jsou zaznamenána v tabulce 5 a jsou určitým ukazatelem časové náročnosti likvidace těžebních zbytků. Časovou analýzu lze využít k posouzení možné ekonomické náročnosti zpracování klestu po mýtní těžbě. Doba měřených operací byla 197 hodin 20 minut. Na jeden hektar porostu bylo třeba 886 minut prací spojených s odstraněním těžebních zbytků.

Tabulka 5. Časová analýza provedených měření.

| Porost | Čas na sečtení počtu vytěžených kmenů (min) | Čas měření hrání (min) | Čas na vyvezení klestu a měření objemu hmoty (min) | Čas na měření klestu v hromadách (min) | Čas na naplnění kontejneru a změření objemu štěrky (min) |
|--------|---|------------------------|--|--|--|
| 1 | 85 | 35 | 760 | 35 | 205 |
| 2 | 35 | 25 | 270 | 20 | 120 |
| 3 | 60 | 25 | 420 | 30 | 185 |
| 4 | 20 | 20 | 245 | 25 | 100 |
| 5 | 35 | 25 | 380 | 20 | 120 |
| 6 | 55 | 25 | 355 | 20 | 110 |
| 7 | 30 | 25 | 345 | 20 | 105 |
| 8 | 50 | 30 | 595 | 35 | 190 |
| 9 | 20 | 20 | 180 | 25 | 70 |
| 10 | 70 | 35 | 780 | 35 | 225 |
| 11 | 60 | 40 | 420 | 35 | 125 |
| 12 | 50 | 35 | 695 | 40 | 215 |
| 13 | 100 | 40 | 690 | 40 | 240 |
| 14 | 80 | 40 | 745 | 40 | 260 |
| 15 | 90 | 40 | 690 | 40 | 225 |

Z časové analýzy měření v porostech lze vyvodit dobu potřebnou na vyvezení těžebních zbytků po mýtní těžbě a následné dezintegrovaní této dendromasy. Při přepočtu na jednotku rozlohy v tomto případě na jeden ha, lze tento koeficient použít na odhad časové náročnosti zpracování těžebních zbytků stejným způsobem v porostu stejného charakteru. Doba potřebná na odstranění těžebních zbytků výše uvedeným způsobem byla 10065 min ze všech porostů, je výsledkem součtu času potřebného na vyvezení klestu ze všech porostů a následného zpracování dezintegrací na ložnou plochu odvozního prostředku. Koeficient potřebného časového úseku na odstranění těžebních zbytků k_c po mýtní těžbě s následnou dezintegrací na jeden ha je 886 min., vypočtený podílem sumy doby prací $\sum T$ a celkovou rozlohou zaujatých území $\sum P$. Vypočteno podle vzorce (5):

$$k_c = \frac{\sum T}{\sum P} \quad (5)$$

Měření se provádělo v daných porostech, ve kterých jsem zjistila objem mýtní těžby v metrech krychlových bez kůry, objem klestu připraveného k dezintegraci v prostorových metrech volně ložených a objem štěrky po naložení na odvozní soupravu v prostorových metrech sypaných. Výstupem je zjištění potřebného času na vyvezení a zpracování určitého objemu těžebních zbytků z porostu.

5.4 Objem těžby v mýtních porostech.

Objem těžby v mýtních porostech byl celkem 3170,58 m³. Zásoba v jednotlivých porostech je uvedena v tabulce 6.

Objem vytěženého dubového dříví vychází z dat převzatých z číselníků jednotlivých porostů zaznamenávaných těžaři. Časová náročnost měření je zaznamenána v tabulce 5. Následně kontrolováno se záznamy hospodářského pracovníka, který přejímal dříví od těžaře. Údaje souhlasily. Pro tuto práci jsou použity údaje z číselníků, protože jsou přesnější. Data z měření hrání u každého porostu nadhodnocovala oproti údajům z jednotlivých číselníků.

Tabulka 6. Těžba mýtní dřeviny.

| | Porost | Objem středního kmene (m ³) | Objem těžby (m ³) | Počet kmenů (ks) | Výměra porostu (ha) |
|----|-------------|---|-------------------------------|------------------|---------------------|
| 1 | 403 A 17/11 | 2,06 | 299,78 | 145 | 1,40 |
| 2 | 405 F 12 a | 1,34 | 127,64 | 95 | 0,49 |
| 3 | 416 B 15 a | 1,72 | 177,22 | 103 | 0,93 |
| 4 | 416 B 16 | 2,82 | 81,67 | 29 | 0,24 |
| 5 | 416 J 14 | 1,64 | 144,60 | 88 | 1,64 |
| 6 | 416 H 12 | 1,28 | 183,19 | 143 | 0,60 |
| 7 | 416 H 14 | 1,56 | 141,80 | 91 | 0,40 |
| 8 | 416 H 15 | 1,81 | 237,58 | 131 | 0,82 |
| 9 | 420 C 17/11 | 2,02 | 76,78 | 38 | 0,28 |
| 10 | 439 C 17/12 | 2,13 | 317,92 | 196 | 1,46 |
| 11 | 402D 17/11 | 1,51 | 166,00 | 110 | 0,98 |
| 12 | 421 B 15 | 2,27 | 345,00 | 152 | 0,90 |
| 13 | 404M 17/13 | 1,60 | 316,60 | 199 | 0,81 |
| 14 | 421 B 17/15 | 1,92 | 282,60 | 147 | 0,86 |
| 15 | 428D 17/11 | 1,52 | 272,20 | 179 | 0,84 |

5.5 Objem klestu z těžebních zbytků

Objem klestu z těžebních zbytků byl v porostu celkem 4240 prm.

- Při nakládce klestu operátorem vyvážecího traktoru, která trvala 0,5 h až 1 h, jsem zaznamenávala jednotlivě objem klestu na ložné ploše vyvážecího traktoru a četnost pojezdů vyvážení. Zjištěné objemy uvádím v tabulce 7.
- Dále jsem přeměřila klest ložený do hromad. Použila jsem pásmo a čtyřmetrovou nivelační lať. Protože hromady dosahovaly do čtyřmetrové výšky. Měřila jsem podle Doporučených pravidel pro měření a třídění dříví v ČR 2008 (Wojnar a kol. 2007). Výsledky byly opět nadhodnoceny oproti jednotlivým nákladům na vyvážecím traktoru (tabulka 7).

Tabulka 7. Přepočtový koeficient štěpky k těžnému dříví.

| porost | Objem vyvezeného objemu klestu měřeného na ložné ploše vyvážecího traktoru (prm) | Objem vyvezeného klestu měřeného na hromadách na OM (prm) | Přepočtový koeficient (-) |
|---------------|--|---|---------------------------|
| 1 | 380 | 399 | 1,27 |
| 2 | 180 | 198 | 1,41 |
| 3 | 280 | 297 | 1,58 |
| 4 | 140 | 158 | 1,71 |
| 5 | 190 | 205 | 1,31 |
| 6 | 220 | 233 | 1,2 |
| 7 | 190 | 194 | 1,34 |
| 8 | 320 | 339 | 1,35 |
| 9 | 110 | 116 | 1,43 |
| 10 | 400 | 412 | 1,26 |
| 11 | 220 | 235 | 1,33 |
| 12 | 410 | 422 | 1,19 |
| 13 | 420 | 441 | 1,27 |
| 14 | 440 | 458 | 1,26 |
| 15 | 340 | 350 | 1,17 |
| celkem | 4240 | 4457 | 1,34 |

5.6 Objem dezintegrovaného materiálu.

Objem dezintegrovaného materiálu v porostu byl 2653 m³. Objem štěpky jsem měřila hned po naplnění kontejneru. Podle Doporučených pravidel pro měření a třídění dříví v ČR 2008 (Wojnar a kol. 2007). Od objemu vnitřního prostoru jsem odečítala množství materiálu, které by scházelo k hornímu okraji, oproti úplnému zaplnění kontejneru dezintegrovaným materiálem. Časy potřebné na plnění kontejneru jsou uvedeny v tabulce 5. Objem štěpky je uveden v tabulce 8.

5.7 Přepočtový koeficient mezi těžbou dříví a klestem u dřeviny dub.

Zprůměrováním poměrů u jednotlivých porostů mezi vytěženým dřívím a klestem, jsem došla k přepočtovému koeficientu pro dřevinu dub. Koeficienty jsem zapsala do tabulky 8. Vydělila jsem celkový objem klestu celkovým objemem vytěženého dříví z mýtní

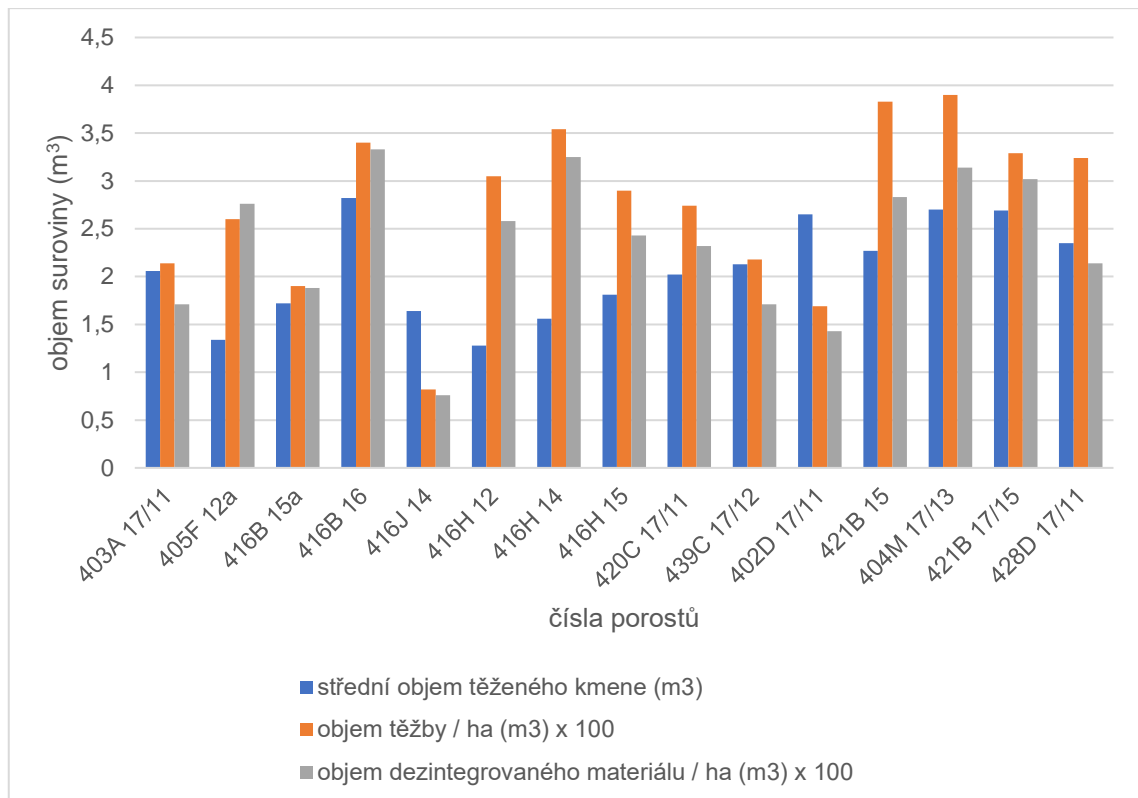
těžby dřeviny dub. Dostala jsem koeficient 1,34, který se může v podobné lokalitě použít orientačně k zjištění možného objemu těžebních zbytků přepočtem z objemu mýtních těžeb u dřeviny dub.

5.8 Přepočtový koeficient mezi klestem a dezintegrovanou hmotou u dřeviny dub.

Zprůměrováním poměrů u jednotlivých porostů mezi vytěženým klestem a dezintegrováním materiálem z klestu, jsem došla k přepočtovému koeficientu pro dřevinu dub. Vydělila jsem celkový objem dezintegrované hmoty celkovým objemem vytěženého klestu z mýtní těžby dřeviny dub. Dostala jsem koeficient 0,62, který se může v podobné lokalitě použít orientačně k zjištění možného objemu dezintegrované hmoty z těžebních zbytků u dřeviny dub. Výpočty koeficientů mezi poměrem vytěženého klestu a dezintegrovaného materiálu z klestu po mýtní těžbě dřeviny dub jsou uvedeny v tabulce 8.

Tabulka 8. Přepočtový koeficient objemu dezintegrovaného materiálu k objemu klestu.

| Porost | Objem vyvezeného klestu měřeno na ložné ploše vyvážecího traktoru (prm) | Objem štěpky (prms) | Přepočtový koeficient mezi klestem a vyrobenou štěpkou (-) |
|---------------|---|---------------------|--|
| 1 | 380 | 240 | 0,63 |
| 2 | 180 | 135 | 0,75 |
| 3 | 280 | 175 | 0,63 |
| 4 | 140 | 80 | 0,57 |
| 5 | 190 | 125 | 0,67 |
| 6 | 220 | 155 | 0,71 |
| 7 | 190 | 130 | 0,68 |
| 8 | 320 | 200 | 0,63 |
| 9 | 110 | 65 | 0,60 |
| 10 | 400 | 250 | 0,63 |
| 11 | 220 | 140 | 0,64 |
| 12 | 410 | 255 | 0,62 |
| 13 | 420 | 245 | 0,58 |
| 14 | 440 | 260 | 0,59 |
| 15 | 340 | 180 | 0,53 |
| celkem | 4240 | 2635 | 0,62 |



Graf 2. Vztah mezi objemem středního těžného kmene, objemem dříví a množstvím dezintegrovaného materiálu v porostu.

V grafu 2 jsem zaznamenala hodnoty objemu středního kmene v plnometrech, objemu těžby dříví vytěženého v daném porostu v plnometrech na ha a objemem dezintegrovaného materiálu z porostu v prostorových metrech sypaných na ha. Mezi vytěženým dřívím a množstvím štěrky v jednotlivých porostech znázornit případnou souvislost.

5.9 Matematicko-statistická analýza

Pro stanovení matematicko-statistické analýzy byly vypočteny tyto koeficienty:

- Přepočtový koeficient k_k mezi vytěženým dřívím a klestem, je vypočítaný podíl mezi objemem klestu po mýtní těžbě (V_k) a objemem vytěženého dříví (V_d), podle vzorce (6):

$$k_k = \frac{V_k}{V_d} \quad (6)$$

- Přepočtový koeficient k_d mezi vyvezeným klestem z porostu a dezintegrovaným materiálem, je podíl mezi objemem dezintegrovaného materiálu (V_s) a vyvezenými těžebními zbytky (V_k) v daných porostech vypočítaný vztahem (7):

$$k_d = \frac{V_s}{V_k} \quad (7)$$

- Přepočtový koeficient k_s mezi vytěženým objemem dříví v mýtní těžbě dřeviny dub a vyvezeným množstvím dezintegrovaného materiálu po mýtní těžbě. Výpočet je dán podílem objemem dezintegrovaného materiálu (V_s) a objemem dříví z mýtní těžby (V_d):

$$k_s = \frac{V_s}{V_d} \quad (8)$$

V matematicky-statistické analýze jsou následující ukazatele: přepočtové koeficienty, maximum, minimum, rozpětí, vážený průměr a aritmetický průměr. Tato analýza je zaznamenána v tabulce 9.

Tabulka 9. Matematicko-statistická analýza.

| Sledovaný parametr | jednotky | suma | Vážený průměr | Maximum | Minimum | Rozpětí | Aritmetický průměr |
|-------------------------|----------------|---------|---------------|---------|---------|---------|--------------------|
| Koeficient dříví/klest | - | - | 1,34 | 1,71 | 1,17 | 0,54 | - |
| Koeficient klest/štěpka | - | - | 0,62 | 0,75 | 0,53 | 0,22 | - |
| Koeficient dříví/štěpka | - | - | 0,83 | 1,06 | 0,62 | 0,44 | - |
| Objem těžby | m ³ | 3170,57 | | 390,86 | 88,17 | 302,69 | 250,64 |
| Objem středního kmene | m ³ | - | 1,72 | 2,82 | 1,28 | 1,54 | - |
| Objem klestu | prm | 4240 | - | 583,33 | 115,85 | 467,48 | 335,18 |
| Objem štěpky | prms | 2635 | - | 333,33 | 76,22 | 257,11 | 208,3 |
| Čas měření | min | 11840 | - | - | - | - | 936 |

6 DISKUSE

V České republice se ročně vyteží průměrně 16 – 18 milionů m³ dříví. Z lesa je odvezeno z dendromasy 50 – 55 % kmenového dříví bez kůry. K dispozici tedy pro další zpracování zůstává téměř stejné množství lesní biomasy zpravidla ve formě suroviny „nehroubí“. Toto množství nikdy nebude plně využito, a to z důvodů technických, ekonomických či ekologických. Dále zpracováno může být okolo třetiny objemu zbytkové hmoty, jak uvádí např. Alexandr a Roček (1991). Obvykle se na stanovišti má ponechat 20-30 % těžebních zbytků, aby se zajistil návrat potřebných živin do půdy (Stupavský 2009).

Po ekonomické stránce zhodnocení dezintegrovaného materiálu podle více zdrojů je vývoz klestu nebo dezintegrovaného materiálu z porostu již ekonomicky návratný. Podmíněním rozvoje obchodu s biomasou pro teplárenské účely souvisí zvyšující se podíl lesní štěpky na hrubé výrobě elektřiny. S tím souvisí i zvyšující se výkupní cena štěpky v letech 2005 až 2010, což je i důsledkem zvyšující se spotřeby energie ve společnosti. Roste rozvoj energetického odvětví, které je podpořeno státními dotacemi na podporu využívání obnovitelných zdrojů (Šafařík 2012). Avšak z praxe uvádím zjištěné poznatky související s tímto tématem, které jednoznačně nepotvrzují uváděnou ekonomickou návratnost v souvislosti se zpracováním těžebních zbytků. V dnešní situaci, kdy je nadbytek biomasy, a to i z důvodů kůrovcové kalamity, ceny výkupu štěpek pro teplárenský průmysl klesly a pro dezintegrovaný materiál je odbyt možný pouze po snížení ceny. Dle zjištění od zástupců firmy Fischer s.r.o., rostoucí náklady na výrobu štěpky a nižší cena výkupu v teplárnách ovlivňují dodavatelsko-odběratelské vztahy s lesními podniky. Dnešní situace na trhu neodpovídá uváděné významné poptávce po lesní biomase, která byla zaznamenána od roku 2009, kdy se stabilizoval trh s obchodováním těžebních zbytků. V lesních podnicích se klest po těžbě přestal snášet a pálit na pasekách a začal se dezintegrovat a také se začal odvážet odběratelskými subjekty, zásobujících teplárenský průmysl, jak zmiňuje Stupavský (2021).

Většinu hmoty vyvezené firmou Fischer s.r.o. z lesních porostů, odebírá teplárna Poříčí sídlící v Trutnově a to přibližně 70 %. Cenu výkupu štěpky odpovědní pracovníci odmítli sdělit. Odpovědí mi bylo, že běžně se cena prodeje do teplárny odvíjí od výhřevnosti, vlhkosti a zbytkového popela, jak je uvedeno i jinými zdroji (Světlík 2013).

V roce 2019 byl úklid klestu v Czerninských lesích s.r.o. zrealizován bezúplatně. Odběratelská firma si náklady spojené s úklidem a dezintegrací těžebních zbytků kompenzovala odvozem a prodejem štěpkovaného materiálu. V roce 2020 již byla sepsána odběratelská smlouva na základě platby za vyvezený klest z porostu. Také tato cenu mi nebyla zpřístupněna s ohledem na obchodní tajemství podniku. Bylo mi ústně sděleno, že každý dodavatel platí jinou cenu za odvoz klestu, podle množství dodávaného klestu a jiných aspektů, například odvozní vzdálenost k odběrateli, množství těžebních zbytků od dodavatele, vzdálenost dopravy techniky. Tyto aspekty jsou zmiňovány i v dostupné literatuře. V roce 2021 jsem z ústních sdělení hospodářských pracovníků, ve výše uváděném lesním podniku, zaznamenala náklady v ceně 30 Kč/m³ vyvezeného, dezintegrovaného materiálu, který lesní podnik platí odběratelské firmě za zpracování a odvoz klestu po mýtních těžbách. Firmy realizující sběr a likvidaci klestu mají snížené příjmy, proto tuto situaci řeší tímto způsobem, což je ve využití dezintegrovaného materiálu z těžebních zbytků jistě krokem zpátky. Soušek (2019) poukazuje na finanční příspěvek vlády ze státního programu úspor energie na období 2017-2021 v dotačním programu „Efekt“ a na příspěvek ve výši 18 000 Kč/ha na ekologické a přírodě šetrné technologie při hospodaření v lese, jehož předmětem je likvidace klestu štěpkováním nebo drcením při obnově lesa s rozptýlením hmoty v obnovovaném porostu.

Přepočtový koeficient mezi vytěženým dřívím, klestem a dezintegrovaným materiálem lze využít jako vodítko pro odhad množství těžebních zbytků u dřeviny dub s nejspolehlivější přesností hlavně v klimaticky podobné lokalitě. V Czerninských lesích po těžební zbytky odhadují na základě vytěženého hroubí, které dále nepoužívají jako ekonomicky rentabilní surovinu, z důvodů již zmíněných v této diskusi, oproti rozvoji využívání biopaliv a zvyšování výkupních cen za tunu dezintegrovaného materiálu, jak uvádí Sladký (2003). Přepočtový koeficient uváděný převážně při zpracování smrkového klestu v rozmezí 0,4 až 0,6, který zmiňuje Wantulok (2007), je rozdílný v porovnání s mými měřeními, které jsou nad uváděnou horní hranicí v odborné literatuře. Také Stupavský (2009) poukazuje na objem lesní štěpky 40 % až 60 % z plnometru vytěženého dříví převážně u smrkového dřeva. Ovšem objem štěpky může být vyšší nebo nižší oproti uváděným hodnotám, a to v závislosti na výnosnosti a intenzitě zásahu v porostech. Chytrý (2007) uvádí ze své zkušenosti, že z jednoho plnometru vytěženého hroubí vyrobí v průměru 0,8 prostorových metrů štěpky, bez určení druhu těžby.

Při zpracování mé práce mi vyšel přepočtový koeficient, uvádějící objem z jednoho plnometru klestu po dezintegraci hmoty na $0,62 \text{ m}^3$ štěpky. Mezi celkovým objemem těžeb a celkovým objemem klestu vyšel přepočtový koeficient v diplomové práci 0,83.

7 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo vytvoření přepočtových koeficientů mezi vytěženým dřívím v mýtních těžbách pro dřevinu dub a těžebními zbytky, které by bylo možné dále využít. Tyto koeficienty by mohly být vodítkem pro stanovení odhadu objemu těžebních zbytků v dalších lesních podnicích v podobných klimatických podmínkách v mýtní těžbě dřeviny dub. Výstupem je stanovení objemu dezintegrovaného materiálu z těžebních zbytků po mýtní těžbě pomocí koeficientů. Přepočtový koeficient stanovující objem dezintegrovaného materiálu z objemu těžby je 0,83 a koeficient pro výpočet dezintegrovaného materiálu z těžebních zbytků je 0,62. V tomto podniku je přepočtový koeficient mezi objemem dříví z mýtní těžby u dřeviny dub a těžebními zbytky 1,34.

V této práci byl také porovnáván možný vztah mezi objemem středního kmene, množstvím dezintegrovaného materiálu, těžebních zbytků a celkové mýtní těžby. S rostoucím objemem vytěženého dříví je po těžbě v jednotlivých porostech více klestu (tabulka 6–8). Závislost mezi objemem středního kmene a množstvím dezintegrované hmoty nelze z rozsahu terénních měření dostatečně prokázat. Matematicko-statistická analýza je shrnuta v tabulce 9, ve které je zaznamenána vysoká variabilita mezi vypočítanými koeficienty. Tuto skutečnost přisuzuji částečnému zkreslení vstupních dat související s ovlivňujícími faktory růstu dřevin v různých půdních a terénních podmínkách, a také provedením samotných těžebních prací, závislejících na rozsahu pracovních operací jednotlivých těžařů v porostech, kdy každý jednotlivý těžař má částečně se odlišující technologický postup. Rozdíly se týkají především vyřezání množství možné hmoty z korun stromů dubu do sortimentů a ponechání množství těžebních zbytků z celkového objemu stromu. Vztah mezi objemem středního kmene a vyrobenou štěpkou by mohl být prokazatelnější s větším množstvím zrealizovaných měření, bohužel v letech 2010 a 2021 je mýtní těžba v lokalitě, ve které zpracovávám tuto studii, velmi ovlivněna kalamitní situací dřeviny smrku, kde lesní podnik prioritně řeší tuto dřevinu a s tím souvisí snížení plánovaných těžeb mýtních porostů u dřeviny dubu.

Následné zjišťování možnosti odbytu vyrobeného dezintegrovaného materiálu v regionu a případná ekonomická rentabilita výroby dřevní štěpky pro lesní podnik není nejlepší. Není využit ekonomický potenciál zhodnocení těžebních zbytků. Díky stávající situaci s odběrateli je likvidace těžebních zbytků pro podnik nákladem nikoliv dalším zdrojem

příjmů ovlivňujících rentabilitu lesní těžby. Také by se dalo přehodnotit množství ponechávaných těžebních zbytků po mýtní těžbě u dřeviny dub. Podle zhodnocení dosaženého přepočtového koeficientu v této práci, který je 0,83 jednotky dezintegrovaného materiálu na objem vytěženého dříví, je procento ponechaných těžebních zbytků vysoké z celkové dendromasy stromu. Přestože se těžební zbytky staly ceněným artiklem, momentální situace s nadbytkem biomasy vede k propadu cen biologického materiálu, a tím je odbyt biomasy omezen. Od roku 2020 za vyvezení a zpracování klestu z porostu, po mýtní těžbě, lesní podniky v této lokalitě převážně platí odběrateli.

8 POUŽITÉ ZDROJE

Literární zdroje

ALEXADR, P.; ROČEK, I. *Technika a technologie výroby lesních štěpek*. Praha: Editpress, Praha 1991, 134 s. ISBN 80-213-0095-7.

BENDA, V. *Obnovitelné zdroje energie*. Praha: Profi pres, 2012, 208 s. ISBN 978-80-86726-48-9.

BENEŠ, P. Jaké jsou správné způsoby likvidace klestu. *Mechanizace zemědělství* [online]. 11.11.2016 [cit.2020-4-12]. Dostupné z WWW: <<https://www.mechanizace-web.cz/jake-jsou-spravne-zpusoby-likvidace-klestu/>>

BÍLEK, K.; KOHOUT, V.; ČAPEK, F.; STEJSKAL H. *Učební texty z předmětu Těžba a doprava dříví*. Písek: Vyšší odborná škola lesnická a Střední lesnická škola Bedřicha Schwarzenberga Písek, 2013, 202 s.

DEVINE, W.D.; HARRINGTON, C.A. Influence of harvest residues and vegetation on microsite soil and air temperatures in a young conifer plantation. *Agricultural and Forest Meteorology*. Olympia, USA: Elsevier Ltd., 2007, (145), 125-138. DOI: 10.1016/j.agrformet.2007.04.009.

DVOŘÁK, J.; FRANC, J.; VALDMAN, S. *Cvičení z lesnické mechanizace*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze: PowerPring, 2006, 237 s. ISBN 80-213-1524-5.

GIUNTOLI, J. Domestic hearting from forest logging residues: environmental risks and benefits. *Journal of Cleaner Production*. Elsevier Ltd.,2015, (99), 206-216. DOI: 10.1016/j.jclepro.2015.03.025.

HALAJ, D.; ILAVSKÝ, J. *Podporné politiky a ich nástroje pre zlepšenie podmienok na trhu s energetickým drevom*. Metla, 2015, 98 s.

HAVLÍČKOVÁ, K. *Analýza potenciálu biomasy v České republice*. Průhonice: VÚKOZ, 2010, 123 s. ISBN 978-80-85116-72-4

HUTLA, P., SLADKÝ, V.: Význam lesní štěpky pro energetiku *TBZ-info* [online].2000-11-29 [cit. 2021-03-01]. Dostupné z WWW: <<https://www.tbz-info.cz/388-vyznam-lesni-stepky-pro-energetiku>>

CHYTRÝ, M. *Dřevní štěpka-obnovitelný zdroj energie, metoda kvantifikace zdrojů a předpoklady realizace*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2007, 140 s.

CHYTRÝ, M. *Ekonomika zpracování těžebních zbytků*. In: Racionální využívání lesní biomasy pro energetické účely. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, s.r.o., 2007, 96 s. ISBN 978-80-213-1691-1.

JONG, J.de, AKSELSSON, H. BERGLUND, H. (EDS) *Consequences of an increased extractions of forest biofuel in Sweden – a synthesis from the biofuel research programme 2007-2011. IEA Bioenergy task 43*, 2014.

KÁRA, J.; PASTOREK, Z.; JEVIČ, P. *Biomasa: obnovitelný zdroj energie*. Praha: FCC Public, 2004, 288 s. ISBN 80-86534-06-5.

KŘÍŽEK, L. *Efektivní zpeněžení dřevní hmoty*. Písek: Centrum aplikovaného výzkumu a dalšího vzdělávání, o.p.s., 2015, 76 s. ISBN 978-80-86266-04-6

MACKŮ, J.; BUREŠ, M.; DOLEŽAL, R.; HÁNA, J.; KADEŘÁBEK, V.; NIKL, M.; PAVLOŇOVÁ, G.; ZEMAN, M. *Analýza a výsledná kvantifikace využitelné lesní biomasy s důrazem na tě při zohlednění rizik vyplývajících z dopadu na půdu, koloběh živin a biologickou rozmanitost*. Č.j. 30692/ENV/2009; 2007/610/2009, Brandýs nad Labem: ÚHUL Brandýs nad Labem, 2009, 50 s.

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ. *Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2019*. Praha: MZe Praha, 2020, 124 s. ISBN 978-80-7434-571-5

NIKL, M.; PAVLOŇOVÁ, G. *Analýza dostupnosti lesních těžebních zbytků na energetické účely ve vazbě na přírodní podmínky, způsob hospodaření a ekonomiku celého procesu*. Č.j.30309/ENV/2008, Brno: ÚHUL Brandýs nad Labem, pobočka Brno, 2008.

PŘÍHODA, J. *Technologie pro zpracování dendromasy – těžebních zbytků a rychle rostoucích dřevin*. In: Racionální využívání lesní biomasy pro energetické účely. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, s.r.o., 2007. 96 s. ISBN 978-80-213-1691-1.

SIMANOV, V. *Dříví jako energetická surovina*. Praha: MZe ČR, 1993, 116 s. ISBN 80-7084-062-5

SIMANOV, V. *Těžba a doprava dříví*. Písek: Matice lesnická spol. s r.o., 2004, 411 s. ISBN 80-86271-14-5

SLADKÝ, V.: Biomasa pro energetické využití a její palivové náklady *TBZ-info* [online]. 2003-05-20 [cit. 2021-03-01]. Dostupné z WWW: <<https://www.tbz-info.cz/1488-biomasa-pro-energeticke-vyuziti-a-jeji-palivove-naklady>>

SOUŠEK, Z.; NIKL, M.; REMEŠOVÁ, M. *Pěstování a využívání biomasy lesních dřevin pro další zpracování a energetické účely*. Brandýs nad Labem: ÚHUL Brandýs nad Labem, 2019, 48 s.

STUPAVSKÝ, V. Moderní využití energie ze dřeva *TBZ-info* [online]. 2014-05-05. [cit. 2021-03-01]. Dostupné z WWW: <<https://oze.tbz-info.cz/11169-moderni-vyuziti-energie-ze-dreva>>

STUPAVSKÝ, V.; WANTULOK, M.; KRATOCHVÍLOVÁ, Z. *Zpracování lesních těžebních zbytků*. Praha: CZ Biom-České sdružení pro biomasu, 2009, 32 s.

STUPAVSKÝ, V.; HOLÝ, T. *Dřevní štěpka – zelená, hnědá, bílá*. Praha: Biom.cz [online]. 2010-01-01 [cit. 2021-03-01]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/drevni-stepka-zelena-hneda-bila>>. ISSN: 1801-2655.

SVĚTLÍK, M.. Biomasa je součástí energetického mixu. *Biom.cz* [online]. 2013-07-08 [cit. 2021-03-01]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/biomasa-je-soucasti-energetickeho-mixu>>. ISSN: 1801-2655.

ŠAFARÍK, D. Současná situace trhu s lesní energetickou štěpkou a prognóza vývoje v kontextu návrhu nové státní energetické koncepce České republiky. *Biom.cz* [online]. 2012-04-25 [cit. 2021-03-01]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/soucasna-situace-trhu-s-lesni-energeticke-stepkou-a-prognoza-vyvoje-v-kontextu-navrhu-nove-statni-energeticke-koncepce>>. ISSN: 1801-2655.

ŠTOLLMANN, V. *Lesnícké mechanizačné prostriedky*. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2001, 198 s.

TUOMASJUKKA, D., PIIRAINEN, S., EGNELL, G. Impact Assessment on Carbon Dynamics, Forest Growth and Productivity, Water Quality, and Biodiversity. *INFRES-Innovative and effective technology and logistics for forest residual biomass supply in the EU*. Finsko, 2014, 55 s.

WANTULOK, M. *Zkušenosti s výrobou lesní energetické štěpky a možnosti trhu s ní*. Biom.cz [online]. 2011-02-14 [cit. 2017-02-25]. Dostupné z WWW:

<<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/zkusenosti-s-vyrobou-lesni-energeticke-stepky-a-moznosti-rozvoje-trhu-s-ni>> ISSN:1801-2655.

WOJNAR, T. *Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví v ČR 2008; platnost od 1.1.2008*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce s.r.o., 2007, 147 s. ISBN 978-80-87154-01-4

Zdroje z interních směrnic a legislativy:

Závazná pravidla poskytování finančních příspěvků na hospodaření v lesích, Praha: MZe, 1999.

LHP Czerninské lesy Dymokury, Kód LHC – 104 702, Platnost 2016–2025, Brandýs nad Labem – Stará Boleslav: Lesoprojekt Stará Boleslav, s.r.o.

VLÁDA ČESKÉ REPUBLIKY: *Aplikační dokument ke Koncepti státní lesnické politiky do roku 2035*, usnesení vlády České republiky ze dne 25. ledna 2021 č. 72 o Aplikačním dokumentu ke Konceptu státní lesnické politiky do roku 2035.

Zdroje z internetu:

Pikist. [cit. 2020-6-19]. Dostupné z WWW: <<https://p0.pikist.com/photos/231/909/timber-woodchip-warped-timber-texture-ground-bottom-nature.jpg>>

Agrocar. [cit. 2020-4-13]. Dostupné z WWW: <http://www.agrocar.cz/storage/photo/large/jensen_jt_600_18_jpg.jpg>

Bystroň integrace s.r.o. [cit.2020-5-15]. Dostupné z WWW: <<https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSAfn7FtChVpnZwyd2ECPUc6365ekj3IR1sjA&usqp=CAU>>

CZ Biom. Zobrazení diskového štěpkovače (štěpkovač Linddana 270 K, schéma, disk s noži) [online]. Praha: CZ Biom – České sdružení pro biomasu. [2001–2009] [cit. 2020-02-12]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/obrazek/zobrazeni-diskoveho-stepkovace-stepkovac-linddana-270-k-schema-disk-s-nozi>>

Výroba paliv z biomasy [cit. 2020-4-13]. C. Dostupné z WWW: <<http://vsepropelety.cz/wp-content/uploads/2017/06/P2160011.jpg> Google>

Fischer TPD s.r.o. [cit.2020-4-15]. Dostupné z WWW: <https://www.fischertpd.cz/media/thumbs/gallery/img_2106_large.jpg>

Fischer TPD s.r.o. 2020. Dostupné z WWW: <https://www.fischertpd.cz/media/thumbs/pages/scania_large.jpg>

Fischer TPD s.r.o. 2020. Dostupné z WWW: <https://www.fischertpd.cz/media/thumbs/technika/img_9561_large.jpg>

SEZNAM GRAFŮ

| | |
|---|----|
| Graf 1. Vývoj objemů dříví podle sortimentů (Stupavský 2010). | 12 |
| Graf 2. Vztah mezi objemem středního kmene a množstvím dezintegrovaného materiálu | 43 |

SEZNAM OBRÁZKŮ

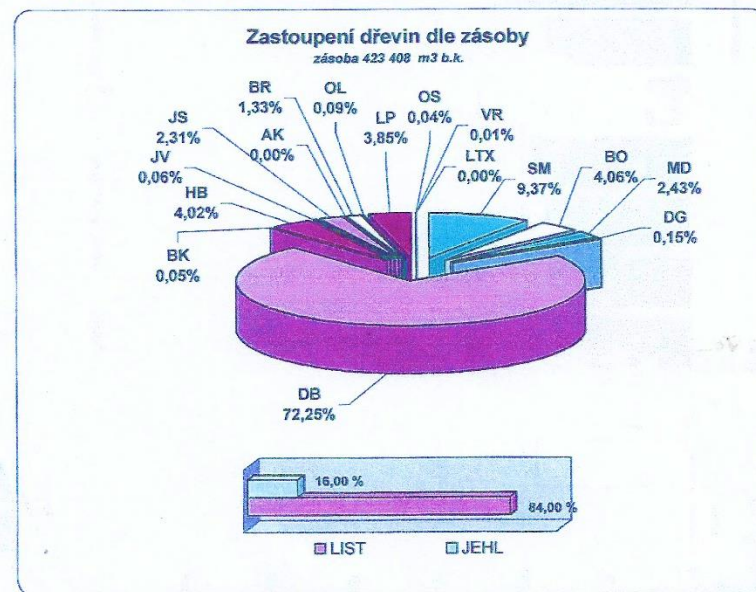
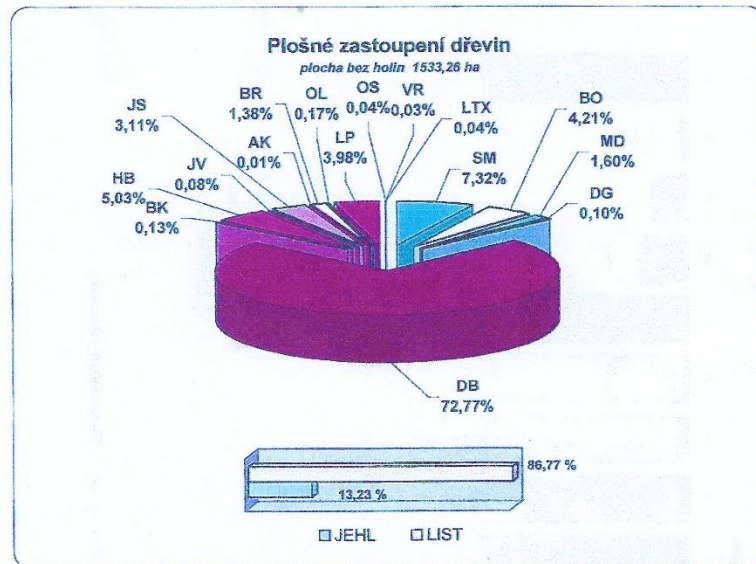
| | |
|---|----|
| Obrázek 1. Dřevní štěpka | 14 |
| Obrázek 2. Vyvážecí traktoru Valmet 840.3 | 23 |
| Obrázek 3. Bubnový štěpkovač | 24 |
| Obrázek 4. Diskový štěpkovač Linddana 270 K | 25 |
| Obrázek 5. Šroubový štěpkovač | 25 |
| Obrázek 6. Kladívkový drtič pro výrobu paliva z biomasy | 27 |
| Obrázek 7. Scania R124 | 27 |
| Obrázek 8. Chippertruck JENZ HEM 583 R | 37 |

SEZNAM TABULEK

| | |
|--|----|
| Tabulka 1. Podíl štěpky na hrubé výrobě elektřiny (Šafařík 2012). | 11 |
| Tabulka 2. Vyprodukovaná dendromasa v procentech z objemu (Hutla, Sladký 2000) | 13 |
| Tabulka 3. Objemová hmotnost štěpky (Hutla, Sladký 2000) | 14 |
| Tabulka 4. Vývoj cen těžebních zbytků (Stupavský 2014) | 17 |
| Tabulka 5. Časová analýza provedených měření | 38 |
| Tabulka 6. Těžba mýtní dřeviny | 40 |
| Tabulka 7. Přepočtový koeficient štěpky k těžnému dříví | 41 |
| Tabulka 8. Přepočtový koeficient objemu dezintegrovaného materiálu k objemu klestu | 42 |
| Tabulka 9. Matematicko-statistická analýza | 44 |

9 PŘÍLOHY

Příloha 1: Plošné zastoupení dřevin a zastoupení dřevin dle zásoby.



Příloha 2: Předávací protokol vytěženého dříví těžařem; číselník.

Číselník dlouhého a rovnarého dříví

| Lesní správa | | CZERNIN | | Porost | | | | |
|--------------|------|------------|------|--------|-------|--------|------|------|
| Revíř | | Dřuh řádky | | 412A1a | | | | |
| Odd. | Čís. | Dřev. | Čen. | Délka | Přim. | Hmotn. | DB | |
| Kusů | Kusů | Kód | vm | v cm | vm3 | | | |
| B | DB | 4 | 31 | 0,25 | 0,25 | | | |
| B | DB | 4 | 32 | 0,27 | 0,27 | | | |
| C | DB | 3 | 35 | 0,24 | 0,24 | | | |
| C | DB | 3 | 30 | 0,17 | 0,17 | | | |
| C | DB | 4 | 28 | 0,20 | 0,20 | | | |
| C | DB | 4 | 29 | 0,22 | 0,22 | | | |
| C | DB | 3 | 30 | 0,17 | 0,17 | | | |
| D | DB | 4 | 33 | 0,28 | 0,28 | | | |
| D | DB | 4 | 32 | 0,27 | 0,27 | | | |
| D | DB | 4 | 28 | 0,17 | 0,17 | | | |
| D | DB | 4 | 29 | 0,22 | 0,22 | | | |
| | | | | | | | 2,46 | 2,46 |

vyhotovil :

datum :

verze 2-6-6 Hrnčíř

Číselník dlouhého a rovnarého dříví

| Lesní správa | | CZERNIN | | Porost | | | | | |
|--------------|------|------------|------|--------|-------|--------|------|------|------|
| Revíř | | Dřuh řádky | | 412A1a | | | | | |
| Odd. | Čís. | Dřev. | Čen. | Délka | Přim. | Hmotn. | DB | LP | |
| Kusů | Kusů | Kód | vm | v cm | vm3 | | | | |
| PR | DB | 3 | 47 | 0,44 | 0,44 | | | | |
| LP | LP | 4 | 23 | 0,15 | 0,15 | | | | |
| LP | LP | 4 | 20 | 0,12 | 0,12 | | | | |
| | | | | | | | 0,91 | 0,64 | 0,27 |

akceptoval :

datum :

verze 2-6-6 Hrnčíř

list května 4

Příloha 3: Kupní smlouva na prodej těžebních zbytků.

Kupní smlouva na prodej těžebních zbytků k energetickým účelům č. 2018318

Czernin Dymokury s.r.o.
se sídlem: 1. máje 1, 289 01, Dymokury
IČ: 24763161
DIČ: CZ24763161

jako **Prodávající** na straně jedné

a

Fischer TPD s.r.o.
Se sídlem: Na Kozinci 236, 514 01 Jilemnice
zapsán v obchodním rejstříku u Krajského soudu v Hradci Králové, oddíl C, vložka 26989
IČ: 28781708
DIČ: CZ 28781708
bankovní spojení: Česká spořitelna, a.s.
číslo účtu: 2220835359/5500

jednající: Ing. Radek Fischer

K jednáním smluvním a cenovým pověřen: Ing. Radek Fischer, Jiří Stříbrný, DiS.
K jednáním smluvním, cenovým a provozním pověřen: Jiří Stříbrný, DiS., 734387071
e-mail: jiri.stribrny@fischertpd.cz

jako **Kupující** na straně druhé

uzavírají tuto kupní Smlouvu

I. Předmět Smlouvy

1. Prodávající se zavazuje prodávat Kupujícímu těžební zbytky na určených lokalitách v období od 2.1.2018 do 31.12.2018 a převést na něj vlastnické právo k nim, a to za dále stanovených podmínek.
2. Předmětem koupě jsou těžební zbytky, které napadly při těžbě dříví. Množství těžebních zbytků je definováno množstvím m³ převzatých na jednotlivých lokalitách, P nebo OM. Převzatý objem v m³ hrubí bez kůry bude uveden v Zadávacím listu, datovaném a podepsaném osobami pověřenými smluvními stranami k provoznímu jednání (dále jen „Zadávací list“). Zadávací list bude vyhotoven ve dvou stejnopisech, z nichž každá ze smluvních stran obdrží po jednom.
3. Těžební zbytky na jednotlivých lokalitách budou zpracovávány následovně:
 - Lokalita P : shrnování klestu, vyvážení klestu na OM, štěpkování, převoz štěpky na DEPO, nakládání
 - Lokalita OM : štěpkování, převoz štěpky na DEPO, nakládání
4. Kupující se zavazuje předmět koupě převzít a zaplatit za něj dohodnutou kupní cenu.

II. Dodací podmínky

1. Vlastnické právo k předmětu koupě přechází na Kupujícího okamžikem podpisu Zadávacího listu pověřenými osobami obou smluvních stran, tímto okamžikem přechází na Kupujícího rovněž nebezpečí škody na předmětu koupě a Kupující je zároveň oprávněn zahájit činnosti spojené se zpracováním a odvozem předmětu koupě, který byl předán Zadávacím listem.

2. Kupující může vyvézt těžební zbytky na skládky, vymezené k tomuto účelu osobou pověřenou Prodávajícím k provoznímu jednání v Zadávacím listu, a zde je zpracovat. V Zadávacím listu uvedená osoba rovněž stanoví termín, v němž musí být lokalita P nebo lokalita OM, či případně vymezená skládka vyčištěna.
3. Kupující je oprávněn za účelem splnění této Smlouvy bezplatně užívat LDS, s níž má Prodávající právo hospodařit.

III. Kupní cena a platební podmínky

1. Jednotková kupní cena bude stanovena v místě odběru za množství těžebních zbytků dle domluvy obou smluvních stran.
2. Kupující se zavazuje zaplatit Prodávajícímu kupní cenu, specifikovanou v čl. III., odst. 2, této Smlouvy. K ceně bude připočtena daň z přidané hodnoty (DPH) ve výši odpovídající zákonné úpravě v době uskutečnění zdanitelného plnění. (DPH u klestu je 15%)
3. Splatnost faktur se sjednává ve výši 30 dnů od data doručení faktury.
4. Faktury musí obsahovat všechny náležitosti účetního a daňového dokladu stanovené příslušnými právními předpisy účinnými v době jejich vystavení.
5. Obsahuje-li faktura nesprávné údaje nebo nesprávné či neúplné náležitosti, je Kupující oprávněn k jejímu vrácení.
6. V případě prodlení Kupujícího s platbou kupní ceny je Kupující povinen zaplatit Prodávajícímu úrok z prodlení ve výši 0,05 % z nezaplacené částky za každý, byť i započatý den prodlení.

IV. Ostatní práva a povinnosti smluvních stran

1. Veškeré činnosti související s uskutečňováním této Smlouvy provádí Kupující na vlastní náklady a nebezpečí.
2. Kupující se zavazuje udržovat čistotu a pořádek na místech jím vykonávané činnosti a v souladu s právními předpisy odstranit veškeré odpady, jakož i veškerá poškození touto činností vzniklá.
3. Prodávající se zavazuje, že v porostech, které budou určeny k vyvážení klestu a následnému štěpkování nebude zadávána samovýroba a výřez větví. V případě, že by k tomuto došlo, bude procenticky upraveno množství m³ klestu.
4. Smluvní strany se dohodly, že v případě kdy bude vyvážen klest z lokality P na OM Prodávající, ponese odpovědnost za to, že hromady klestu budou bez cizích předmětů (plasty, kameny, klanice, železné tyče atd.), které byly vyvezeny z ploch případně se do hromad dostaly vinou obsluhy stroje, který klest vyvážel na lokalitu OM na hromady a Kupujícímu tak vznikne škoda při štěpkování, bude vyvoláno jednání a tyto případy budou neprodleně řešeny se zástupci Prodávajícího.
5. Prodávající je oprávněn kontrolovat provádění činností Kupujícího. Zjistí-li Prodávající, že Kupující provádí činnosti v rozporu se Smlouvou, je Prodávající oprávněn požadovat, aby Kupující odstranil vady vzniklé vadným prováděním a činnosti prováděl řádným způsobem nebo okamžitě ukončil neoprávněnou činnost.
6. Kupující dále odpovídá:
 - a) za dodržování norem a právních předpisů při používání čistících, mycích a technických prostředků, dalšího materiálu a věcí používaných při zpracování a odvozu těžebních zbytků z lesních porostů či při jejich následném zpracování k výrobě štěpky,
 - b) za škody na majetku nebo zdraví osob a újmy na životním prostředí vzniklé jeho protiprávními jednáními nebo porušením právních předpisů a norem platných pro

- provádění určitých prací, či používáním nástrojů a prostředků neodpovídajících platným právním předpisům a normám,
- c) za dodržování bezpečnostních podmínek, vnitřních pokynů a směrnic, které platí v prostorách Prodávajícího, pokud s nimi byl předem seznámen,
 - d) za ošetření stojících stromů poškozených při manipulaci s těžebními zbytky, výrobě štěpky nebo jiné činnosti ihned po skončení pracovní směny na daném pracovišti vhodným nátěrem na vlastní náklady,
 - e) za nepoškození či nezničení existujícího přirozeného zmlazení nebo umělé výsadby dřevin při manipulaci s těžebními zbytky;
 - f) za dodržování zásad bezpečnosti práce a ochrany zdraví při práci,
 - g) za dodržování předpisů a zásad ochrany životního prostředí, zejména pak ochrany lesa před požáry a ochrany vod před znečištěním chemickými a ropnými látkami (používáním biologicky odbouratelných kapalin a maziv, udržováním výrobních prostředků v řádném technickém stavu apod.) a za dodržování pravidel certifikace lesů a dalších požadavků trvale udržitelného hospodaření uvedených v Zadávacím listu.
 - h) za asanaci pracoviště včetně LDS po ukončení činností v lesních porostech a na skládkách.
7. Prodávající se zavazuje:
- a) předávat Kupujícímu lokality s těžebními zbytky, které napadly při těžbě dříví evidovaného objemu. Prodávající může určit k ponechání určité množství těžebních zbytků z důvodů environmentálních, jakož i stanovit možnosti a podmínky využívání LDS.
 - b) v Zadávacím listu stanovit termín vyklizení lokality P;
 - c) v Zadávacím listu vymezit skládky těžebních zbytků, stanovit termín jejich vyklizení, a upozornit Kupujícího na zvláště chráněná území přírody, památné stromy a kulturní památky, jakož i známý výskyt zvláště chráněných druhů rostlin nebo živočichů na lokalitě P či OM a další požadavky spojené s trvale udržitelným hospodařením a certifikací lesů;
 - d) předat Kupujícímu před zahájením činnosti spojené se zpracováním a odvozem předmětu koupě kopii porostní mapy s vyznačením disponibilní hmoty těžebních zbytků, případně jiné mapové podklady, které jsou pro řádnou realizaci této Smlouvy potřebné (například dotčení ochranných pásem vodních zdrojů, maloplošných zvláště chráněných území, výskyt chráněných druhů organismů);
 - e) každé pracoviště po ukončení prací souvisejících se zpracováním a odvozem těžebních zbytků protokolárně převzít s uvedením případně zjištěných nedostatků a výhrad.
7. Kupující po ukončení prací neprodleně vyzve Prodávajícího k převzetí pracoviště. Toto převzetí proběhne do deseti pracovních dnů po výzvě. O předání pracoviště bude pořízen písemný zápis.

V. Zajištění závazků

1. V případě nepříznivých klimatických podmínek znemožňujících odvoz, resp. sběr těžebních zbytků se Smluvní strany písemně dohodnou na změně termínu uvedeném v Zadávacím listu.
2. Fakturace smluvních pokut a případně vzniklých škod proběhne do 10. dne měsíce následujícího po měsíci, kdy byla škoda zjištěna a pokuta vyčíslena.

VI. Vyšší moc

1. Ani prodávající ani kupující nebudou odpovědní za nesplnění svých smluvních závazků podle této Smlouvy v případě vyšší moci.
2. Za okolnosti vylučující zodpovědnost je považována překážka, která nastala po uzavření smlouvy nezávisle na vůli jedné ze smluvních stran a brání jí ve splnění povinností, kdy nemohla rozumně předpokládat, že by tuto překážku nebo její následky odvrátila nebo překonala. Jedná se o války, mobilizace, nepokoje, stávky nezaviněné na straně Kupujícího nebo Prodávajícího, embarga, blokády, živelné pohromy, omezení nebo usměrnění hospodaření v důsledku ochrany přírody či v důsledku pravomocného správního či soudního rozhodnutí.

VII. Ukončení smlouvy

1. Před ukončením platnosti této Smlouvy lze tuto smlouvu ukončit na základě písemné dohody obou Smluvních stran.

VIII. Ostatní ujednání

1. Tato Smlouva nabývá účinnosti dnem jejího podpisu oběma Smluvními stranami.
2. Tato Smlouva je vyhotovena ve dvou stejnopísech, z nichž Prodávající a Kupující obdrží jedno vyhotovení.
3. Tuto Smlouvu lze upravovat pouze číslovaným písemným dodatkem podepsaným oběma Smluvními stranami. Tuto Smlouvu lze upravovat pouze dohodou Smluvních stran.
4. Vztahy této Smlouvy se řídí českým právem.
5. Tato Smlouva je po dohodě smluvních stran vyhotovena v českém jazyce. Dodatky budou vyhotovovány v českém jazyce.
6. Smluvní strany shodně prohlašují, že si tuto smlouvu přečetly a s jejím obsahem souhlasí, že tato Smlouva byla uzavřena za oboustranně výhodných podmínek, ze svobodné vůle a nebyla uzavřena v tísni. Na důkaz toho ke Smlouvě připojují své podpisy.

Dymokury, dne: 2.1.2018

Ve Vrchlabí, dne: 2.1.2018

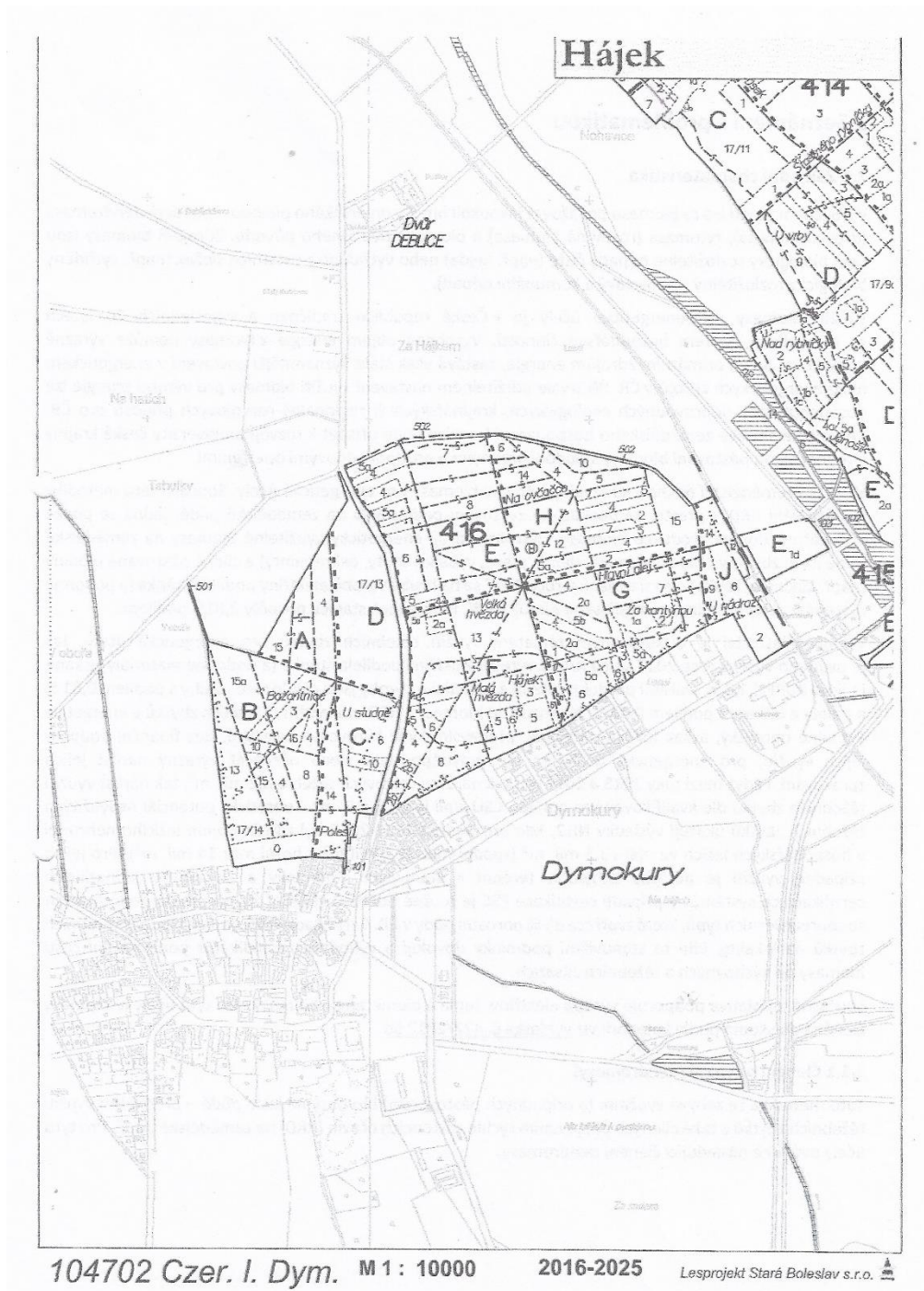
Černín Dymokury s.r.o.
289 01 Dymokury, 1. máje 1
IČ: 247 63 481 - 4
DIČ: CZ24763121

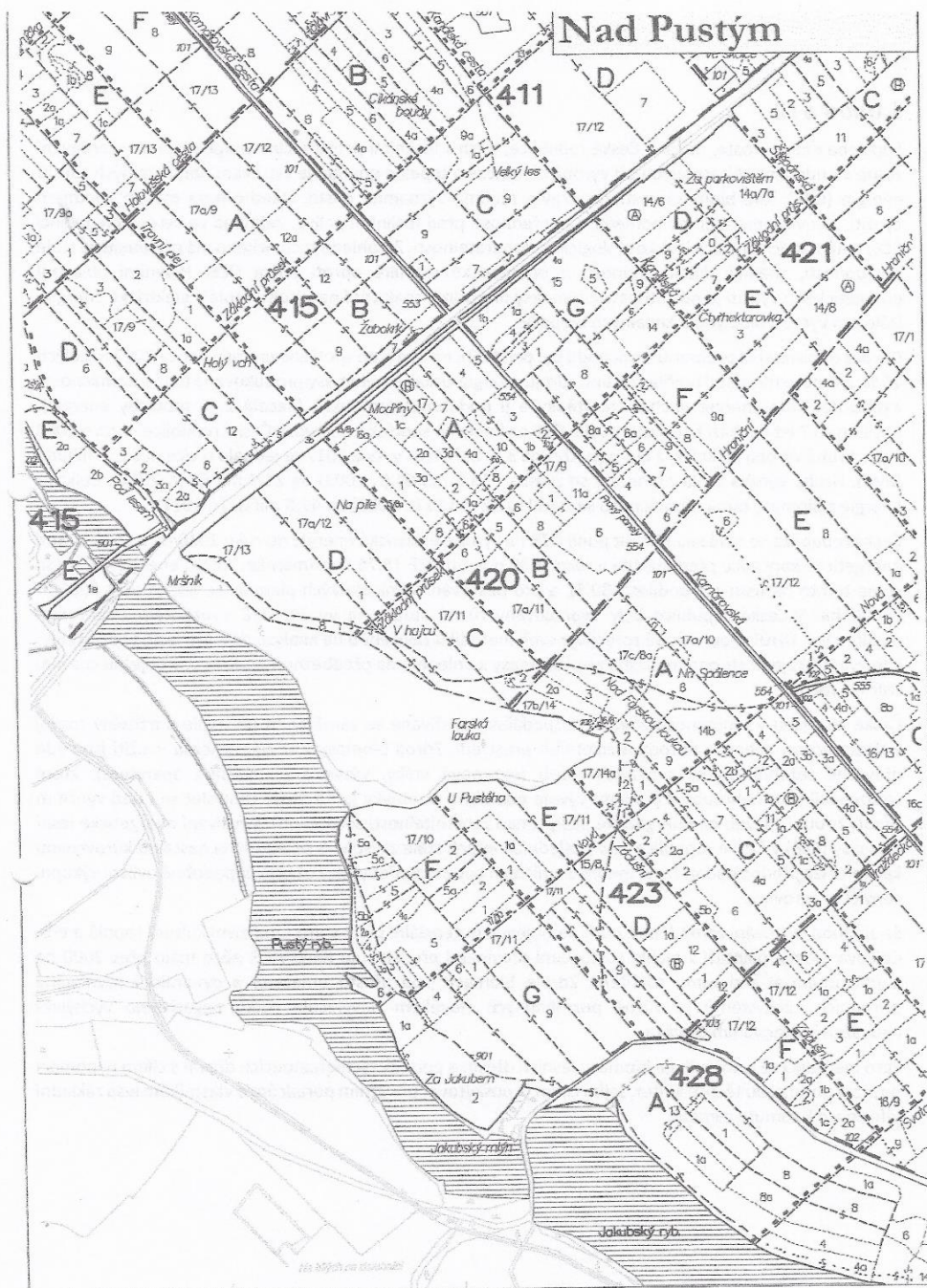
.....
Prodávající

FischerTPO s.r.o.
Na Kozinci 236 | 514 01 Jilemnice
IČ: 287 81 708 | DIČ: CZ28781708
www.fischer-tpo.cz 4

.....
Kupující

Příloha 4: Porostní mapy zájmových území.





104702 Czer. I. Dym. M 1 : 10000

2016-2025

Lesprojekt Stará Boleslav s.r.o.

